



**Filipe Antunes de
Carvalho**

**Sistema de Apoio no Combate aos Fogos
Florestais para o Concelho de Águeda**

Relatório do Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geoinformática, realizada sob a orientação científica do Doutor Fábio José Reis Luís Marques, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e da Doutora Ana Rita Paço Calvão, Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda.



Universidade de Aveiro
Ano 2015

**ESTGA – Escola Superior de Tecnologia
e Gestão de Águeda**

**Filipe Antunes de
Carvalho**

**Sistema de Apoio no Combate aos Fogos
Florestais para o Concelho de Águeda**

Relatório do Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geoinformática, realizado sob a orientação científica do Doutor Fábio José Reis Luís Marques, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e da Doutora Ana Rita Paço Calvão, Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda.

Dedico este trabalho aos meus pais pelo incansável apoio.

O Júri

Presidente	Professor Doutor Pedro Alexandre de Sousa Gonçalves Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda da Universidade de Aveiro
Vogal	Professor Doutor José Tadeu Marques Aranha Professor Associado C/ Agregação da Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro
Vogal	Professor Doutor Fábio José Reis Luís Marques Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste Projeto.

Faço um agradecimento especial aos senhores:

Doutor Fábio José Reis Luís Marques, pela sua orientação durante todo o Projeto;

Doutora Ana Rita Paço Calvão, pela sua orientação durante todo o Projeto;

Senhor Francisco José da Silva Santos, Comandante dos Bombeiros Voluntários de Águeda, pelo apoio prestado;

Senhor José Manuel Pereira Silva Rolim, Presidente dos Bombeiros Voluntários de Águeda, pela informação disponibilizada;

Engenheiro José Filipe Amorim de Pinho, do Gabinete Técnico Florestal da Câmara Municipal de Águeda, pelo apoio prestado;

Mestre Sónia Juliana Lito Reis, pelo apoio disponibilizado;

Aos colegas de curso pelo apoio e companheirismo.

Palavras-chave

Sistemas de apoio à decisão, Fogos florestais, WebSIG, Sistemas globais de posicionamento, Aplicação para dispositivos móveis.

Resumo

O presente trabalho pretende mostrar o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão no combate aos fogos florestais que assenta fundamentalmente em tecnologias da informação, em contraste com a dinâmica utilizada atualmente.

O sistema é composto por três componentes: uma componente WebSig que disponibiliza a informação necessária à tomada de decisão no teatro de operações; uma componente para apoio às equipas terrestres; e, uma componente que serve de suporte aos meios de combate aéreos. Este sistema permite ainda a leitura dos dados provenientes da simulação de propagação de fogo proveniente do Farsite. Estas simulações são visualizados na aplicação WebSig.

Uma das maiores preocupações em relação ao sistema é que todos os dados utilizados sejam certos e atualizados, mas também que as principais funcionalidades da aplicação sejam utilizadas em tempo real pelos principais agentes da proteção civil.

Pelas validações efetuadas, conclui-se que a aplicação funciona conforme projetada tendo sido desenvolvido um sistema que se espera ser considerado uma mais-valia para a área de estudo e para a proteção civil.

Keywords

Decision support systems, Forest fires, WebGIS, Global positioning systems, Mobile applications.

Abstract

The current work presents a system that was developed which supports forest fire fighting. This system is mainly based on information technology, in contrast to the dynamic which is currently used.

The system consists of three components: the first one is a WebGIS component which makes the necessary information available at the decision level. Another component gives support to the firefighting terrestrial teams; the last component supports the aerial firefighting teams. This system also allows the insertion and visualization of data generated by the Farsite fire spread simulation software.

One of the biggest concerns about the system is that all data used is real and up to date, but also that the main features of the application are used in real time by the main agent of civil protection.

The validations that were performed allowed us to conclude that the application works as designed and it is expected that it will be considered an asset to the area of study and to the civil protection.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Identificação e contextualização do problema	2
1.2	Objetivos	4
1.3	Organização do documento	5
2	Sistemas de Gestão e Apoio ao Combate aos Incêndios	7
2.1	Sistemas de Apoio ao Combate a Incêndios Florestais Existentes na Europa	7
2.2	Sistemas de Apoio ao Combate a Incêndios Florestais em Portugal	8
2.2.1	Sistemas de deteção.....	8
2.2.2	O sistema MACFIRE	10
2.2.3	O Sistemas SIRESP	11
2.3	Sistemas de Simulação do Comportamento e Progressão do Fogo	12
2.3.1	Farsite - Fire Area Simulation	13
2.4	Análise aos sistemas identificados	14
3	Sistema Proposto	17
3.1	Área de Estudo	17
3.2	Requisitos	19
3.3	Requisitos de Hardware e Software.....	22
3.4	Diagramas de Casos de Uso	22
3.4.1	Diagrama de Alto Nível.....	23
3.4.2	Caso de uso Gerir Utilizadores	23
3.4.3	Caso de Uso Gerir Ocorrências.....	24
3.4.4	Caso de Uso Fazer consultas	25
3.4.5	Caso de Uso Gerir Missão Veiculo.....	26
3.4.6	Caso de Uso Gerir missão Helicóptero	27
3.4.7	Caso de uso Gerir Áreas Ardidas	27
3.4.8	Caso de uso Gerir Simulações	28
3.4.9	Cobertura de Requisitos.....	28
3.5	Arquitetura proposta	29
3.6	Modelo de dados	30
4	Implementação do Sistema.....	33
4.1	Arquitetura e Tecnologias	33
4.2	Modelo Entidade Relação	34
4.3	Dados Técnicos da Implementação das Aplicações	35

4.4	Aplicação WebSig	40
4.4.1	Perfil de Administrador	40
4.4.2	Perfil de Operador de Central/Posto de Comando	41
4.4.3	Perfil de GNR	58
4.5	Aplicação Móvel Terrestre	62
4.6	Aplicação Móvel Aérea.....	66
4.7	Simulador Farsite	70
4.7.1	Considerações sobre os resultados obtidos nas simulações	75
4.8	Constrangimentos do Sistema	76
4.9	Requisitos Implementados.....	76
5	Conclusões.....	79
	Referências Bibliográficas	81

Índice de Figuras

Figura 1 – Processo de comunicação usado atualmente.	3
Figura 2 - Sistema completo.	9
Figura 3 - Imagem do canal 3 do SEVIRI.	10
Figura 4 - Interior da carrinha MacFire.	10
Figura 5 - Dados de Entrada do Sistema.	12
Figura 6 - Carta Altimétrica.	17
Figura 7 - Mapa de perigosidade do concelho de Águeda.	19
Figura 8 - Diagrama Caso de Uso - Alto Nível.	23
Figura 9 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Utilizadores.	24
Figura 10 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Ocorrências.	24
Figura 11 - Diagrama Caso de Uso - Fazer Consultas.	25
Figura 12 – Diagrama Caso de Uso - Gerir Missão Veículo.	26
Figura 13 – Diagrama Caso de Uso - Gerir Missão Helicóptero.	27
Figura 14 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Áreas Ardidas.	27
Figura 15 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Simulações.	28
Figura 16 – Arquitetura Proposta para o Sistema.	29
Figura 17 - Modelo de Dados.	31
Figura 18 - Arquitetura e Tecnologias.	33
Figura 19 - Diagrama ER da Base de Dados do Sistema.	34
Figura 20 - Dados no Geoserver.	35
Figura 21 - Ambiente Gráfico do Login da Aplicação WebSig.	40
Figura 22 - Ambiente Gráfico do Perfil de Administrador.	41
Figura 23 - Ambiente Gráfico do Perfil de Operador de Central/Posto de Comando.	42
Figura 24 - Menu com os Mapas de Base e Temas de Informação Geográfica.	42
Figura 25- Mapas Bing.	42
Figura 26 - Mapas OSM.	42
Figura 27 - Tema das Freguesias de Águeda.	43
Figura 28 - Tooltip com a Designação de Ocorrência.	43
Figura 29 - Dados Alfanuméricos de Ocorrência.	43
Figura 30 - Tooltip com Designação da Via.	44
Figura 31 - Dados Alfanuméricos da Via.	44
Figura 32 - Tema Pontos de Água.	44
Figura 33 - Dados Alfanuméricos e Legenda dos Pontos de Água.	44
Figura 34 - Tema Viaturas.	45
Figura 35 - Dados Alfanuméricos Viaturas.	45
Figura 36 - Tema Bombas de Gasolina.	45
Figura 37 - Tema Áreas Ardidas.	45
Figura 38 - Tema Uso e Ocupação do solo.	46
Figura 39 - Dados Alfanuméricos Ocupação.	46
Figura 40 - Menu de Funcionalidades do Perfil de Operador de Central/Posto de Comando. ..	46
Figura 41 - Painel Gestão Ocorrências e Monitorização de Viaturas.	47
Figura 42 - Formulário Criar Ocorrência.	47
Figura 43 - Formulário Editar Ocorrência.	48
Figura 44 - Formulário Remover Ocorrência.	49
Figura 45 - Monitorizar Ocorrência.	50

Figura 46 - Formulário Monitorizar Ocorrência.	50
Figura 47 - Chama Estado Ativo.	50
Figura 48 - Chama Estado Dominado.	50
Figura 49 - Chama Estado Rescaldo.	50
Figura 50 - Chama Estado Extinto.	50
Figura 51 - Ocorrência Monitorizada.	50
Figura 52 - Funcionalidade Monitorizar Viaturas Ocorrência.	51
Figura 53 - Viatura Monitorizada Ocorrência.....	51
Figura 54 - Funcionalidade Monitorizar Viaturas Ocorrência por Status.....	51
Figura 55 - Viatura Monitorizada Status.	51
Figura 56 - Funcionalidade Simulação de Fogo.....	52
Figura 57 - Layer Simulação de Fogo.....	53
Figura 58 - Funcionalidade Viaturas em Risco.	53
Figura 59 - Alerta Viatura em Risco.....	53
Figura 60 - Viatura em Risco.....	54
Figura 61 - Viaturas com uma em Risco.	54
Figura 62 - Tema Viaturas Ativo.	54
Figura 63 - Pesquisa Viaturas em Risco.....	54
Figura 64 - Normalizar Situação de Risco.	54
Figura 65 - Funcionalidade Consultas.	55
Figura 66 - Consulta Ocorrências.	55
Figura 67 - Consulta Ocorrência Data.	56
Figura 68 - Consulta Ocorrência Freguesia.	56
Figura 69 - Funcionalidade Consultas Espaciais.	57
Figura 70 - Ocorrências Freguesia.....	57
Figura 71 – Layer Ocorrências Freguesia	57
Figura 72 - Resultado Consulta Ocorrências Freguesia.....	57
Figura 73 - Ocorrências Freguesias.	58
Figura 74 – Layer Áreas Freguesia.....	58
Figura 75 - Resultado Consulta Ocorrências Freguesias.	58
Figura 76 - Ambiente Gráfico Perfil GNR.....	58
Figura 77 - Menu Openlayers Perfil GNR.	59
Figura 78 - Temas Freguesias e Áreas Ardidas.	59
Figura 79 - Menu de funcionalidades do perfil de GNR.....	59
Figura 80 - Funcionalidade Gerir Áreas.....	60
Figura 81 - Funcionalidade Criar Área.....	60
Figura 82 - Layer Área Criada.	61
Figura 83 - Menu Openlayeres com o novo Layer.	61
Figura 84 - Polígono Adicionado.	61
Figura 85 - Menu Openlayers com os Temas Ativos.....	61
Figura 86 - Formulário Editar Área Ardida.	61
Figura 87 – Aplicação Móvel	62
Figura 88 – Aplicação Móvel - Créditos.....	62
Figura 89 – Aplicação Móvel - Login.....	62
Figura 90- Aplicação Móvel - Painel Principal.	63
Figura 91 - Aplicação Móvel - Alerta Localização.	63
Figura 92 - Aplicação Móvel - Sessão Iniciada.....	63
Figura 93 - Aplicação Móvel - Alerta SOS.	64

Figura 94 - Aplicação Móvel - SOS Enviado.	64
Figura 95 - Aplicação Móvel - Ambiente de SOS.	64
Figura 96 – Aplicação Móvel - Mapa.	65
Figura 97 – Aplicação Móvel - Localização da Viatura.	65
Figura 98 - Aplicação Móvel para meios Aéreos.	67
Figura 99 - Aplicação Aérea - Créditos.	67
Figura 100 - Aplicação Aérea - Login.	67
Figura 101 - Aplicação Aérea - Painel Principal.	67
Figura 102 - Aplicação Aérea – Sessão Iniciada.....	68
Figura 103 - Tin Águeda.....	70
Figura 104 - Declives Águeda.	70
Figura 105 - Aspeto Águeda.	70
Figura 106 - Modelo Combustível.	70
Figura 107 - Percentagem Coberto.	70
Figura 108 - Tabela de Atributos tema "COS_Agueda_vt".	71
Figura 109 - Estrutura Projeto Farsite.	71
Figura 110 – Farsite - Ambiente Gráfico que permite gerar uma Landscape.	72
Figura 111 - Farsite - Ambiente Gráfico que permite criar um Projeto.	72
Figura 112 - Farsite - Exemplo de Ficheiro de Tempo.	73
Figura 113 – Farsite – Exemplo de Ficheiro dos Ventos.....	73
Figura 114- Localização Geográfica das Estações Meteorológicas.	74
Figura 115 - Farsite - Landscape CACFF.....	74
Figura 116 - Resultado simulação Farsite.....	75
Figura 117 - Teste simulação.....	75
Figura 118 - Validação simulação_1.....	75
Figura 119 - Validação simulação_2.....	75
Figura 120 - Validação Simulação_3.....	75

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Exposições por Percentagem.	18
Tabela 2 - Requisitos do Sistema.....	19
Tabela 3 - Requisitos de Software.....	22
Tabela 4 – Requisitos de Hardware.....	22
Tabela 5 - Atores do Sistema.....	22
Tabela 6 - Cobertura de Requisitos.	28
Tabela 7 - Validação de Testes às Funcionalidades do Sistema.....	77

Lista de Acrónimos

ADAI	Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial.
CDOS	Centro Distrital de Operações de Socorro.
CMA	Centro de Meios Aéreos.
COPAR	Coordenador de Operações Aéreas
CT	Central de Telecomunicações
EUA	Estados Unidos da América.
FWI	Fire Weather Index.
GPS	Sistemas Globais de Posicionamento.
PCO	Posto de Comando Operacional.
PGIR	Plataforma Integrada de Gestão de Risco.
SAD	Sistemas de Apoio à decisão.
SGBDG	Sistema de Gestão de Base de Dados Geográficos.
SIG	Sistemas de Informação Geográfica.
SIRESP	Sistema Integrado de Rede de Emergência e Segurança de Portugal.
TO	Teatro de Operações
WFS	Web Feature Service.

1 Introdução

Os incêndios florestais são tratados como uma ameaça à Natureza e ao Meio Ambiente. Por vezes os seus efeitos diretos são quantificados quanto ao número de incêndios, área queimada, casas queimadas, entre outros (Viegas et al., 2009).

Muitos acidentes ocorridos no passado demonstram que os incêndios florestais criam um ambiente perigoso, sendo considerada uma atividade perigosa o esforço para os extinguir (Viegas, 2012).

Pelo balanço estatístico efetuado, relativamente aos incêndios florestais em Portugal, o ano de 2013 ficou marcado pela existência de 9 vítimas mortais: oito bombeiros e um autarca. Houve ainda, um elevado número de vítimas, tendo sido contabilizados 669 feridos, dos quais 575 operacionais e 94 civis. Em relação à GNR houve 5 feridos (ICNF, 2013).

Segundo Viegas et al. (2009), deve existir uma mudança na atitude como a vida Humana é vista nesta temática. Esta não pode estar em perigo durante um incêndio florestal.

O jornal Público (2015) disponibiliza uma análise sobre a localização geográfica de incêndios, entre os anos 2001 e 2012, recorrendo aos dados disponibilizados pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). Com base nestes dados pode concluir-se que as zonas mais atingidas do país são o Norte e a parte Norte Interior do Centro, onde se engloba o concelho de Águeda, com cerca de 80% das ocorrências de incêndios no período analisado.

Segundo a análise estatística feita por Aranha, Calvão, Lopes, & Viana (2012) relativa aos fogos florestais registados, durante 20 anos, no espaço temporal 1990-2009, no continente, revela que deflagraram 22380 fogos, dos quais 68% ocorreram na região Norte, totalizando cerca de 50% de um total de 2 443 350 ha de área ardida. Revelando por isso que o problema em questão é bastante relevante no norte de Portugal.

Entre os dias 21 e 30 de Agosto de 2013 na serra do Caramulo deflagraram vários incêndios aos quais foi atribuída a designação de “Incêndios do Caramulo”. Na sua totalidade destruíram uma área aproximada de 9416 hectares. Existiram três ocorrências principais, o incêndio de Alcofra, iniciado junto a Nogueira, no qual arderam 1522 hectares, o incêndio de Silvares, com origem perto de Silvares, com uma área ardida 1346 hectares e o incêndio de Guardão, com ignição perto da Vila do Caramulo, com 6548 hectares de área queimada, grande parte desta pertencente ao concelho de Águeda. O incêndio ficou marcado ainda, por ter originado quatro vítimas mortais e um elevado número de feridos (Viegas et al., 2013).

A realidade dos incêndios florestais afeta muitos países. Segundo Viegas (2011) em alguns “desde há alguns anos que estão em funcionamento sistemas de gestão de incêndios, com medidas de prevenção e de combate organizadas e estabelecidas”.

Os incêndios florestais têm como característica evoluírem ao longo do tempo e do espaço com uma certa complexidade, devido a um conjunto de fenómenos físicos e químicos, dependentes de vários fatores (Viegas, 2006).

Nos dias de hoje, o comportamento de uma frente de fogo pode ser previsto, no entanto, pode não estar disponível para fazer uma previsão muito precisa. Estão investigações científicas em curso no sentido de desenvolver modelos que são robustos e simples e podem apoiar na

gestão deste tipo de acidente (Viegas, 2012). Estes podem ser utilizados em situações operacionais (Viegas, 2006).

Com o objetivo de auxiliar os elementos na mudança das operações de combate a incêndios, principalmente em grandes fogos é fundamental ter uma equipa a trabalhar na previsão do comportamento do fogo. Por exemplo, no posto de comando, esta equipa com o apoio de modelos matemáticos de comportamento do fogo e técnicas modernas de recolha de dados, pode facilitar o processo de tomada de decisão. As manobras de supressão de fogo podem desta forma, ser levadas a cabo de maneira mais eficiente e com mais segurança. A decisão para evacuação de bombeiros de uma frente de fogo, pode ser delineada de forma objetiva e feita com antecedência (Viegas, 2012).

Segundo Viegas et al. (2013) no decorrer de um incêndio, o acesso a informação sobre a área atingida num posto de comando é muito importante para definição de estratégias de supressão. No incêndio florestal do Caramulo, esta informação foi disponibilizada pelas Câmaras Municipais da área afetada, contudo, a forma de disponibilização não foi a mais eficiente, devido ao recurso a tecnologias rudimentares no Posto de Comando Operacional (PCO). Neste caso em particular a falta de uma impressora nesse PCO, obrigou a que elementos das autarquias locais tivessem de se deslocar aos seus gabinetes várias vezes para imprimirem a informação necessária. Os autores citados afirmam que deve ser feito um estudo sobre as necessidades do PCO a nível tecnológico para que se possa aceder a informação necessária para a definição e implementação de estratégias bem como as táticas de combate.

Um sistema inovador pode ajudar a minimizar estes problemas, disponibilizando aos bombeiros informação geográfica e funcionalidades que os auxiliem nas manobras de supressão de fogos florestais, podendo marcar a diferença e contribuir para que, haja ainda mais êxito em situações de combate de fogos florestais e que não se percam mais vidas humanas.

1.1 Identificação e contextualização do problema

Atualmente, quando existem situações de fogos florestais, são identificadas questões que comprometem as manobras de supressão. É perfeitamente observável a falta de limpeza das zonas florestais e rurais, acrescida pela falta de infraestruturas de apoio, previamente projetadas para o apoio de supressão de fogos florestais, fatores que por vezes atrasam a chegadas das equipas ao Teatro de Operações (TO).

Quando é recebido na Central de Telecomunicações (CT) o alerta de fogo florestal, é dada a saída das viaturas de primeira intervenção. Após a saída do quartel dos veículos, a interação passa a ser feita via rádio, desconhecendo as suas localizações.

Normalmente é montado o PCO numa zona próxima da ocorrência. São feitas listas manuais dos meios e suas localizações no TO. A maioria das comunicações passa a ser feita via rádio, uma questão que dificulta a tomada de decisão rápida. Quando é necessário uma rápida colocação de meios numa determinada situação, é difícil saber quais os meios a reposicionar, pois pode não se saber onde estão as viaturas e o que estão a fazer.

A comunicação entre a CT, PCO, e as forças no terreno atualmente é feita através dos novos rádios do Sistema Integrado de Rede de Emergência e Segurança de Portugal (SIRESP) e os antigos rádios de Banda Alta. A comunicação só é feita a nível verbal (ver Figura 1), o que dificulta

o acesso rápido a informação importante, tal como: ponto de situação da ocorrência, localização dos restantes veículos envolvidos na ocorrência, localização dos pontos de abastecimento, rede de caminhos florestais e questões de logística.

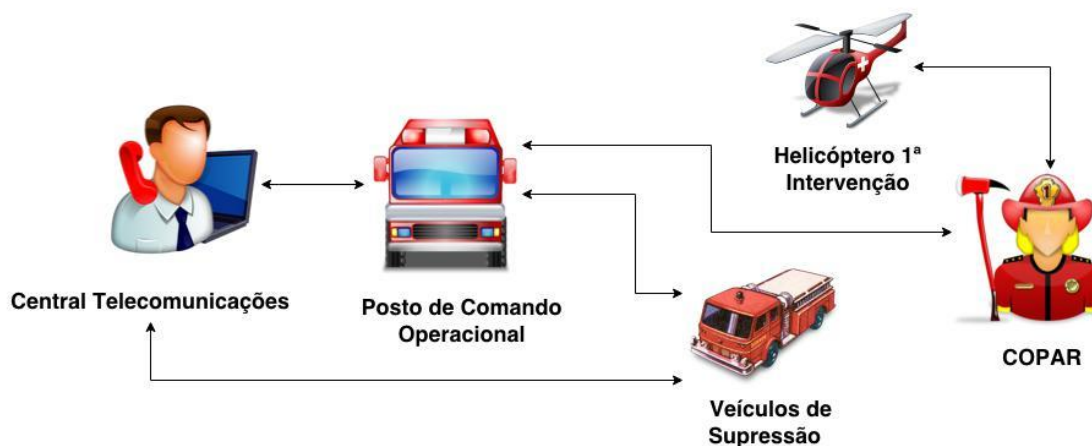


Figura 1 – Processo de comunicação usado atualmente.

É difícil dirigir qualquer situação de forma acertada e eficaz, via rádio, sem se ter uma noção abrangente do panorama da área de ação. No entanto, ajudaria ter acesso às localizações e estados das viaturas em tempo real no PCO. Esta informação permitiria perceber o desenvolvimento da ação no terreno e utilizando o atual sistema rádio, comunicar com uma viatura de uma forma rápida e eficiente para atribuir uma nova missão.

Para o sucesso das manobras de supressão de incêndios é necessário uma rápida intervenção no terreno. A falta de conhecimento dos caminhos florestais obriga o elemento mais graduado da viatura a, ir a pé, fazer o reconhecimento dos caminhos até ao foco de incêndio. O que por vezes leva algum tempo, podendo fazer a diferença para se conseguir dominar ou não o fogo, com o risco deste ficar incontrolável.

Muitas vezes as equipas, iniciam manobras de supressão, e passado algum tempo a viatura fica sem autonomia de hidrante (água). Nestas situações, a falta de conhecimento da localização de pontos de abastecimento retarda as manobras de supressão, podendo esta falta por a equipa em perigo.

Não existe qualquer tipo de informação geográfica, cartas de risco de incêndio, ortofotomapas, locais de abastecimento, caminhos florestais, modelo digital do terreno, entre outra, ao dispor das equipas no terreno, toda a informação que seja necessária, tem que ser pedida ao posto de comando via rádio, havendo sempre o risco dos elementos presentes (no PCO) não terem essa informação para fornecer. O acesso rápido a esta informação no PCO é desta forma bastante importante.

O meio aéreo é uma mais-valia para o controlo dos fogos quando a sua dimensão ainda é reduzida. No entanto este também se depara com a falta de conhecimento da rede de pontos de abastecimento. Segundo o operador do Centro de Meios Aéreos (CMA), responsável por dar os alertas e informações sobre a localização de ocorrências, e dar informação sobre pontos de abastecimento à aeronave, é necessário recorrer a cartas militares, ou a conhecimento pessoal

da área da ocorrência, ou seja, não existe informação informatizada atualizada e de fácil consulta.

Quando começam a operar no TO meios aéreos de ataque ampliado, é nomeado um Coordenador de Operações Aéreas (COPAR) (ver Figura 1), que passará a ser o canal de comunicação entre o PCO e os meios aéreos, este também se depara com a falta de conhecimento da zona e das infraestruturas de apoio. É muito importante estes meios saberem quais os pontos de abastecimento mais próximos da ocorrência. Quanto mais perto for a deslocação para abastecer, mais descargas são feitas no mesmo espaço de tempo.

Pelo exposto, é visível que a atual estrutura funciona, no entanto, trata-se de um funcionamento muito rudimentar se tivermos em consideração as tecnologias existentes nos dias de hoje. De salientar o facto de não se utilizar atualmente informação geográfica com recurso às novas tecnologias, incluindo o uso dessas tecnologias para facilitar as operações de supressão.

Em suma, uma das grandes lacunas que dificulta o combate a incêndios está relacionada com os atuais Sistema de Apoio à Decisão (SAD), pois consideram-se sistemas obsoletos. A disponibilização de informação pelas diferentes entidades, pode proporcionar uma excelente ajuda no apoio à tomada de decisão, bem como nas manobras de supressão de fogos florestais, proporcionando a obtenção de melhores resultados.

1.2 Objetivos

Motivado pelas dificuldades que se apresentam atualmente durante o combate aos fogos florestais e com os benefícios que a aplicação das tecnologias de informação geográfica poderão trazer para o apoio à decisão, pretende-se desenvolver um sistema de apoio à decisão no combate aos fogos florestais.

Perante o exposto no ponto anterior é objetivo desenvolver uma ferramenta de trabalho que possa ser uma mais-valia tanto no PCO como no TO. Para isso é proposto projetar e implementar um sistema de raiz que permita:

- Disponibilizar informação geográfica atualizada para apoio no PCO;
- Disponibilizar informação relevante e atualizada para apoio aos meios terrestres no TO;
- Disponibilizar informação relevante e atualizada para apoio ao meio aéreo no TO.

O sistema contará ainda com um simulador de propagação de fogo florestal, será desenvolvido um modelo, que disponibilizará simulações sempre que for necessário no PCO.

Para apoio no PCO, será disponibilizada uma aplicação WebSig que será o módulo principal do sistema, este disponibilizará funcionalidades tais como:

- Permitir fazer toda a gestão de ocorrências, desde disponibilização de informação geográfica para apoio no PCO, como apoio às equinas no TO. Permitir a monitorização de ocorrências e viaturas para auxiliar os elementos de Comando na gestão de missões das viaturas no TO, possibilidade de ver os resultados das

simulações da propagação de fogo provenientes do modelo de simulação de propagação de fogo e por fim gerir as viaturas em situação de risco.

Para apoio no TO, é disponibilizada uma aplicação móvel terrestre, que disponibiliza as seguintes funcionalidades:

- Informação geográfica importante para apoio das manobras de supressão, disponibilizar o ponto de situação da ocorrência da missão, a sua localização e a localização da ocorrência e por fim possibilitar emitir pedidos de ajuda.

Para apoio ao meio aéreo, é disponibilizada uma aplicação móvel aérea, com as seguintes funcionalidades:

- Informação geográfica importante para o apoio aéreo das manobras de supressão, disponibilizar o ponto de situação da ocorrência da missão, a sua localização e a localização da ocorrência e por fim possibilitar ver os pedidos de ajuda emitidos pelos meios terrestres.

De entre as funcionalidades apresentadas, o sistema deve permitir fazer a simulação da propagação do fogo em tempo real. Para isso será implementado um modelo de propagação para o concelho de Águeda.

O objetivo deste modelo é que se possa proporcionar às entidades envolvidas um cenário antecipado, para que se consiga prever situações graves e se possa predispor os meios nas zonas possivelmente afetadas, ou mesmo a sua retirada dessas zonas.

Este sistema visa reunir toda a informação importante, e disponibilizá-la às entidades envolvidas nas manobras de supressão, disponibilizar funcionalidades que funcionem como ferramenta de apoio à tomada de decisão e proporcionar dados da propagação de fogo, criando assim um sistema que possa contribuir para uma melhor eficácia no combate aos fogos florestais, diminuindo os danos causados e o risco para as equipas no TO.

1.3 Organização do documento

Este documento reúne as principais ideias, desenvolvimentos, resultados e conclusões deste projeto de mestrado, encontrando-se organizado em cinco capítulos, que materializam todo o trabalho desenvolvido.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento geral ao tema em estudo, identifica-se o problema a resolver e apresentam-se os objetivos atingir.

No segundo capítulo é exposto um estudo efetuado sobre sistemas de apoio ao combate aos fogos florestais na Europa e em Portugal. Também é apresentada uma análise individual a cada sistema, concluindo com uma visão do sistema proposto.

No terceiro capítulo é apresentado o sistema proposto, caracteriza-se a área de estudo, são apresentados os requisitos do sistema, os requisitos de *hardware* e *software*, os atores do

Introdução

sistema, os diagramas de casos de uso e a cobertura de requisitos, concluindo-se com a arquitetura proposta e com a apresentação do modelo de dados.

Ao longo do quarto capítulo é exposta a implementação do sistema. Primeiro é apresentada a arquitetura e as tecnologias utilizadas, de seguida é apresentado o modelo ER da base de dados. São apresentados os dados técnicos da implementação, são descritas as aplicações WebSig, móvel terrestre e móvel aérea. Para concluir o quarto capítulo é apresentado o projeto para a simulação da propagação de fogo florestal desenvolvido para o concelho de Águeda. São explicados os dados utilizados e as configurações feitas e apresentados os constrangimentos do sistema e os requisitos implementados.

Por último, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros, onde é feita uma exposição da aprendizagem obtida com o projeto e do produto final propriamente dito.

2 Sistemas de Gestão e Apoio ao Combate aos Incêndios

Ao longo deste capítulo é feito um estudo que permite ter uma visão dos sistemas que existem e que auxiliam nas diversas fases de combate: deteção; supressão; e, rescaldo. É feita a descrição de cada um dos sistemas identificados. Por fim é feita uma reflexão sobre os sistemas apresentados, justificando a necessidade da evolução dos sistemas de apoio à supressão de fogos florestais.

2.1 Sistemas de Apoio ao Combate a Incêndios Florestais Existentes na Europa

A deteção precoce de incêndios florestais na sua grande maioria é feita por pessoas em torres de vigia apoiada por patrulhas móveis, o grande problema destes sistemas é a grande dependência humana. Nos últimos anos este modo de vigilância tem vindo a ser substituído ou complementado com recurso às tecnologias existentes nos dias de hoje. São conhecidos alguns sistemas terrestre, Ribeiro (2011) menciona os seguintes:

- BOSQUE, é um sistema Espanhol que recorre a uma rede de câmaras de vigilância remota, estas vigiam uma área através das câmaras de vídeo na gama de infravermelho em conjunto com as que operam no espectro visível. O BOSQUE foi testado em Portugal no âmbito de projeto Águia da iniciativa da Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), tendo um desempenho muito bom;
- BSDS (Bright Spot Detection System), criado pela TELE-TRON (Itália), é constituída por duas câmaras, uma opera no espectro visível e a segunda no infravermelho, este usa um modelo digital do terreno para obter a localização do foco de incêndio. O BSDS também foi testado em Portugal no âmbito do projeto Águia;
- CICLOPE, foi desenvolvido pelo INOV (Portugal), é um sistema de vigilância de vídeo automático em tempo real que permite operar de dia e de noite. As câmaras operam no espectro visível, infravermelho e LIDAR. É um sistema autossuficiente devido às suas características de alimentação e comunicação, o que permite que este seja instalado em locais isolados.
- FIREWHATCH, este sistema foi desenvolvido na Alemanha, consiste na monitorização de incêndios florestais diurna e noturna, com funcionamento por vídeo.

Os sistemas Europeus são na sua grande maioria sistemas de fornecimento de informação, e serviços de deteção e monitorização. Estes sistemas não dão resposta às necessidades que surgem no decorrer de um fogo florestal. Podem funcionar muito bem na identificação de focos de incêndios, mas estão muito dependentes de recursos humanos e materiais que envolvem por vezes grandes investimentos na sua criação e manutenção.

O *European Forest Fire Information System* (EFFIS) é um sistema europeu cuja missão visa apoiar os diferentes serviços e organismos responsáveis pela proteção da floresta nos países da União Europeia, também ao mesmo tempo que colabora com a Comissão e o Parlamento

Europeu disponibilizando informação detalhada e atualizada sobre os incêndios florestais na Europa. Este é composto por dois serviços:

- O *Current Fire Situation*, é um portal que permite encontrar informação sobre os incêndios florestais na Europa e na bacia Mediterrânea. Contém ainda mapas de risco meteorológico com previsões para sete dias, apresenta imagens de satélite diárias e da última semana, e disponibiliza mapas de pontos quentes e o perímetro de incêndios das ocorrências registadas (Ribeiro, 2011; EFFIS, 2015);
- O *EFFIS advanced viewer*, é um serviço web que permite aceder a todas as suas funcionalidades, e a todos os seus dados históricos. É possível mapear o índice meteorológico de perigo de incêndio Fire Weather Index (FWI), as áreas ardidas, emissões atmosféricas, entre outras informações (Ribeiro, 2011; Sustainability, 2015).

A Plataforma Integrada de Gestão de Riscos (PGIR) é uma plataforma SIG inovadora a nível internacional, a sua área de atuação é direcionada para a modelação e gestão multiriscos. Esta abrange a caracterização de vulnerabilidades, a gestão de riscos associados a desastres naturais, bem como a conceção de modelos de prevenção e de resposta eficaz e integrada, pelos Serviços de Segurança e de Proteção Civil, face a riscos e a situações concretas de Incêndios Florestais, de Cheias e de Inundações (Esri_Portugal, 2015).

2.2 Sistemas de Apoio ao Combate a Incêndios Florestais em Portugal

Em Portugal têm-se vindo a juntar esforços e já se começam a desenvolver sistemas de apoio ao combate. Nesta secção descrevem-se alguns deles.

2.2.1 Sistemas de deteção

No que diz respeito à deteção destacam-se dois projetos inovadores: a Deteção de Incêndios Noturnos Através de Processamento Digital de Imagem e a Deteção de Focos de Incêndio com Dados do Satélite MSG-1:

Deteção de Incêndios Diurnos e Noturnos Através de Processamento Digital de Imagem

Segundo Abreu (2009), “A melhor forma de reduzir o número de incêndios florestais de grandes proporções, passa por detetar e extinguir os incêndios o mais depressa possível, evitando que passem rapidamente para um incêndio descontrolado de grandes proporções”.

O sistema garante vigilância diurna e noturna e é totalmente independente o que lhe atribui um elevado valor. Está dividido em duas partes distintas, a deteção diurna e deteção noturna. A parte diurna consiste na identificação de colunas de fumo, com base em espectros obtidos ao longo da linha do horizonte. À noite não é possível obter espectros, pois não existe luz solar, para isso são necessários dois processos distintos, identificação de um ponto de luz suspeito e análise espectral do mesmo. Sempre que o sistema deteta um incêndio, dá um alarme com as

respetivas coordenadas do local, para que os meios intervenientes cheguem ao local o mais breve possível após o seu início (Abreu, 2009). Na Figura 2 é mostrado do lado esquerdo o computador e espectrómetro, do lado direito o sistema atmosférico e o sistema ótico. Este sistema obteve uma eficácia muito alta em todos os testes submetidos. Detetou e classificou como esperado todos os incêndios, reais e simulados (Abreu, 2009).



Figura 2 - Sistema completo.

Fonte: (Abreu, 2009)

Este projeto é um sistema de deteção de fogos florestais, é um sistema que pode substituir as tradicionais torres de vigia, existentes a nível nacional no nosso país. Teria que ser feito um estudo para que toda área do território fosse coberta, e implementar o sistema. É um sistema, que em funcionamento com outros sistemas de apoio pode resultar em ótimos resultados na questão dos Fogos Florestais em Portugal.

Deteção de Focos de Incêndio com Dados do Satélite MSG-1

Nos últimos anos também tem sido aplicada a deteção remota para a deteção de incêndios, foi desenvolvido o projeto “Deteção de Focos de Incêndio em Portugal com Dados do Satélite MSG-1”, na altura implementado no Departamento de Física da Universidade de Aveiro. Esta área desempenha um papel importante na deteção de ocorrências e desenvolvimento de incêndios. Nos dias de hoje existem diversos programas internacionais dedicados ao estudo sobre o fogo utilizando dados de satélite. A deteção de incêndios através da deteção remota com recurso a medições por satélites é alcançada graças aos vários sensores existentes nos satélites, e com recursos a algoritmos específicos para deteção de incêndios (Carvalho, 2006).

A primeira observação (Figura 3 do lado direito), feita por este projeto que permitiu a observação de incêndios foi recebida a 8 de Julho de 2005, que mostra o incêndio que ocorreu no concelho de Albergaria-a-Velha, cujo início foi detetado, possibilitando verificar um total de 1447 ha de área ardida. Ainda na mesma imagem, é possível observar outro ponto quente que corresponde a um incêndio ocorrido no distrito do Porto. Na Figura 3 (do lado esquerdo), é apresentada uma observação sem qualquer foco de incêndio ou ponto quente (Carvalho, 2006).

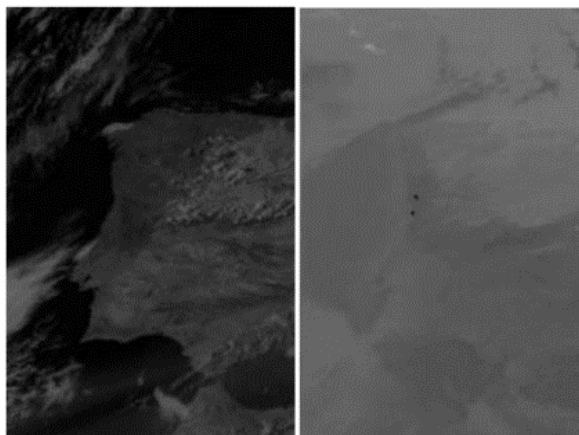


Figura 3 - Imagem do canal 3 do SEVIRI.

Fonte: (Carvalho, 2006)

Este sistema à semelhança de outros abordados anteriormente, é útil na deteção de focos de incêndio, permite identificar de forma instantânea, que zonas estão a ser afetadas, por outro lado, permite fazer o levantamento da área total atingida.

2.2.2 O sistema MACFIRE

O município de Mação, em parceria com a empresa ESRI Portugal, desenvolveu e implementou um sistema de apoio à decisão para o combate aos incêndios florestais designado por MACFIRE.

O concelho adquiriu uma ferramenta que possibilita planejar o combate, coordenar de forma eficaz a localização das viaturas, dispor em tempo real de informação vital sobre o terreno da zona, a localização e estado de caminhos florestais, a localização de pontos de água, o tipo de combustível existente, e a localização exata das viaturas, a Figura 4 mostra o interior de uma carrinha com os equipamentos usados no sistema (Louro, 2013).

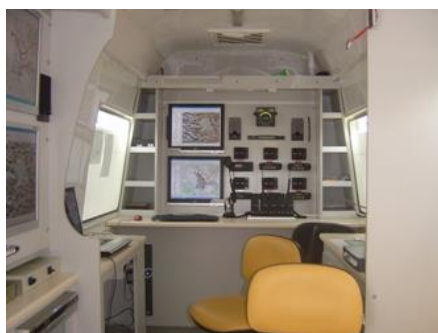


Figura 4 - Interior da carrinha MacFire.

Fonte: (Louro, 2013)

O desenvolvimento do sistema “MACFIRE” tem como objetivo recorrer à informação obtida por GPS e que é transmitida em tempo real por meio da rede GSM/GPRS para a estação de controlo, e utilizar essa informação juntamente com o SIG do Município com o objetivo de produzir informação valiosa para dar apoio aos elementos de comando.

O sistema permite editar e analisar toda a informação enviada pelas unidades móveis para fazer um planeamento das ações de supressão mais atempado e eficaz. É permitido ainda, recolher e enviar para a estação de controlo a informação vetorial sobre posições de emergência, localização e intensidade de frentes de fogo, execução de fogos táticos, aceiros, entre outras, recolhidas no local do incêndio quase em tempo real. Por fim permite processar a informação recebida das unidades móveis para produzir mapas de apoio, ou seja, mapas com a evolução das operações e das frentes de fogo, a localização e estado dos meios envolvidos, área do incêndio, etc. (Louro, 2013).

O “MACFIRE” é uma mais-valia pelas funcionalidades que disponibiliza. Permite visualizar e manipular informação útil no decorrer de incêndios florestais a nível do PCO.

2.2.3 O Sistemas SIRESP

Em termos de comunicações o Governo Português investiu num novo sistema de comunicações para os agentes da Proteção Civil de Portugal, o Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal (SIRESP), desenvolvido pela SIRESP, S.A., operadora da Rede Nacional de Emergência e Segurança resultante da parceria público-privada promovida pelo Ministério da Administração Interna. O projeto consiste na conceção, fornecimento, montagem, construção, gestão e manutenção de um sistema integrado de tecnologia trunking digital, desenvolvido para a rede de emergência e segurança de Portugal. (SIRESP, 2015).

Este novo sistema de comunicações para além das funções de comunicações que os antigos rádios de banda baixa e banda alta possuíam, possui novas funcionalidades. Os terminais (rádios) SIRESP permitem obter a localização exata do terminal, rumo do vento, e temperatura, estes dois últimos podem não ser 100% fiáveis. No combate a incêndios florestais e em particular para uma equipa de primeira intervenção estas três características do local são muito importantes para passagem de dados ao Centro Distrital de Operações de Socorro (CDOS), ou até mesmo para pedir uma descarga de um meio aéreo num local específico, para pedir mais reforços, ou até mesmo para pedir ajuda.

No caso das telecomunicações houve um avanço considerável devido à crescente evolução das tecnologias, o sistema SIRESP veio substituir os antigos sistemas de banda baixa e banda alta ainda em uso, é uma mais-valia confirmada porque permite obter os dados sobre a localização e condições meteorológicas do local, que os antigos sistemas não permitiam, e em caso de emergência, permite emitir um alerta. Em termos de cobertura de rede funciona corretamente na maior parte do território nacional, no entanto ainda existem zonas sem cobertura da rede SIRESP.

O SIRESP é uma inovação, é um túnel de comunicação entre elementos no terreno, sendo um sistema criado de raiz para o apoio da proteção civil, deveria contemplar mais funcionalidades úteis na vertente de apoio ao combate aos fogos florestais.

2.3 Sistemas de Simulação do Comportamento e Progressão do Fogo

Os sistemas de previsão do comportamento do fogo podem existir como programas isolados, desenvolvidos especificamente para um determinado fim, ou integrados conjuntamente com outras ferramentas mais elaboradas, fazendo parte de outros sistemas de apoio à decisão. Estes sistemas existem por todo o mundo (Ribeiro, 2011).

Segundo André & Viegas (2001), as entidades responsáveis pelo combate a incêndios florestais em muitos países, têm vindo a utilizar modelos de propagação, como ferramentas auxiliares de decisão.

Os modelos de propagação do fogo têm como objetivo representar, através de simulação, o avanço da frente de fogo, utilizando um conjunto de dados. Estes modelos, utilizados em conjunto com recursos computacionais e sistemas de informação geográfica têm possibilitado o desenvolvimento de ferramentas que ajudam a tomada de decisão com o objetivo de minimizar os impactos causados pelo fogo (Teixeira, 2010).

Estes sistemas tem algo em comum, todos eles tem como dados de entrada obrigatória, informação sobre três fatores, Meteorologia, Topografia e o Combustível, a Figura 5 representa o esquema dos dados de entrada do sistema (Ribeiro, 2011).

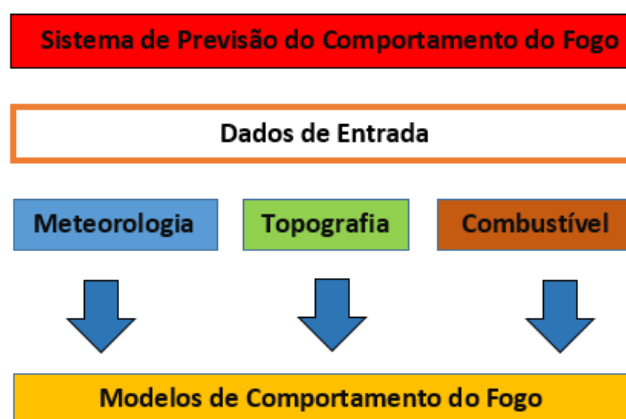


Figura 5 - Dados de Entrada do Sistema.

Fonte: (Ribeiro, 2011) adaptado.

Segundo Ribeiro (2011), para estes modelos quanto maior é o volume de dados de saída esperados, maior é o volume de dados de entrada obrigatórios. O tipo de sistema que se pretende, dita o modo como a informação é inserida, a maior parte dos simuladores utiliza de base o modelo de propagação de superfície de Rothermel (1972).

Ribeiro (2011) distingue os sistemas de previsão em dois grupos:

- O grupo mais simples que trabalha com informação simples, descreve numericamente os dados de entrada, de um determinado ponto. Os resultados da simulação feita é dado por números, gráficos e tabelas. É exemplo destes tipo de sistema o Behave (Andrews, 1986), destaca-se pela facilidade da obtenção de dados de input, bem como pela produção de simulações;
- O segundo grupo consiste em sistemas mais complexos, requer a descrição e a distribuição espacial dos dados de entrada. Utilizando esta informação inserida

sobre a forma de mapas, o simulador produz simulações espaciais do comportamento do fogo, estes resultados podem ser vistos em tempo real. São exemplos deste tipo de sistema o Firestation (Lopes, Cruz, & Viegas, 1998) e o Farsite (Finney, 2004).

A importância da modelação dos incêndios florestais assenta na possibilidade de previsão do comportamento destes fenómenos e dos seus efeitos, havendo a possibilidade de mudar o seu impacto. Os modelos de propagação são valiosos na decisão de estratégias de ataque, medidas de segurança das forças de combate e na antecipação de eventuais evacuações da zona afetada. É possível ainda conhecer características sobre o incêndio, velocidade de propagação, direção e a sua intensidade, o que permite selecionar qual a frente a combater, bem como a maneira mais eficaz para executar esse combate (Oliveira, 2005).

Os modelos de propagação de fogo são considerados uma ferramenta de extrema importância nesta temática. Uma solução deste tipo, bem implementada, pode fazer a diferença no sucesso da supressão de um fogo florestal. É uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão no decorrer das operações. Um modelo de propagação implementado num sistema que disponibilize outras funcionalidades, pode resultar numa solução de extremo valor para o tema em questão.

2.3.1 Farsite - Fire Area Simulation

O programa FARSITE (Finney, 2004) é um Software que permite o cálculo da progressão e comportamento do fogo por grandes intervalos temporais, em condições heterogenias de combustível, meteorologia e topografia a duas dimensões. Foi desenvolvido nos Estados Unidos da América ao abrigo do programa designado por *Fire, Fuel, and Smoke Science Program* (FFS), pela unidade de Rocky Mountain Research Station (Station, 2015). É uma ferramenta gratuita (Ribeiro, 2011).

Este simulador é muito utilizado pelo Serviço Florestal dos EUA, National Park Service e em muitas outras agências federais e estaduais.

O Farsite utiliza os seguintes modelos de comportamento de fogos:

- Rothermel (1972) para fogos de superfície;
- Wagner (1977) e Rothermel (1991) para fogos de copas
- Albini (1976) para fogos de spotting.

Quanto aos modelos de combustíveis são os descritos em Albini (1976) e para modelo de humidade nos combustíveis mortos os de Nelson Jr (2000), Finney (2004), Stratton (2006).

A técnica de simulação integrada é a propagação em forma de onda elíptica (Finney, 2004), os resultados simulados são observados sob a forma de tabelas, gráficos e mapas no formato vetorial ou *raster*, que facultam respostas a perguntas como: para onde irá o fogo? Qual será a dimensão do fogo? Quando o fogo pode chegar a um determinado local? (Stratton, 2006).

Os dados de *input* dividem-se em dados meteorológicos, combustíveis e topográficos, todos eles georreferenciados. Os dados meteorológicos referem-se aos parâmetros do clima (temperatura, humidade e precipitação) e parâmetros do vento (velocidade, direção horizontal e cobertura de nuvens em percentagem). Estes dados podem ser inseridos manualmente

através do editor do Farsite ou importados através de ficheiros do tipo texto. Correspondem a leituras pontuais, gravadas em estações meteorológicas da região em estudo e extrapolados para toda a área. Os ficheiros têm que conter dados de um dia completo antes do 1º dia de simulação e pelo menos um registo do dia seguinte ao último dia de simulação (Finney, 2004).

Os dados referentes aos combustíveis (modelos de combustíveis, percentagem de cobertura de copas, e, opcionalmente, altura das copas, altura da base das copas e densidade das copas) e à topografia (elevação, declive e exposições) são previamente tratados em SIG e importados no formato matricial com uma resolução de 25 a 50 metros. A precisão da simulação depende muito da precisão dos dados de entrada o que torna o processo de aquisição e preparação dos mesmos, crítico e decisivo.

O simulador permite ainda simular diferentes formas de combate de incêndio: terrestres e aéreas; direto, indireto e paralelo; utilização de barreiras. Permite obter diferentes cenários, que permitem avaliar a eficácia das manobras de combate, e fundamentar a tomada de decisão em TO reais (Martins, 2010).

2.4 Análise aos sistemas identificados

Ao longo do ponto 2.2 foram apresentados vários sistemas de deteção e combate aos fogos florestais identificados em Portugal. Alguns foram identificados como sendo sistemas de deteção, outros foram identificados como sendo sistemas de apoio ao combate aos fogos florestais. Feita a separação entre os sistemas identificados, surgem os seguintes como:

Sistemas de Deteção de Fogos Florestais

- Deteção de Incêndios Noturnos Através de Processamento Digital de Imagens;
- Deteção de Focos de incêndio em Portugal com Dados do Satélite MSG-1;

Sistemas de Apoio ao Combate aos Fogos Florestais

- MacFire;
- SIRESP;
- Sistemas de Previsão do Comportamento de Fogo;
- Farsite;

Pela separação feita entre sistemas, é possível observar que são mais os sistemas identificados como sendo de apoio ao combate aos fogos.

Relativamente aos sistemas de deteção, foram identificados dois. São sistemas que executam com sucesso o propósito para o qual foram desenvolvidos, considerando-se sistemas necessários na temática de deteção dos fogos florestais, no entanto estão fora do contexto do nosso trabalho.

Sendo o presente projeto um trabalho que recai sobre a questão do apoio ao combate aos fogos, existe a necessidade de fazer um reparo individual a cada sistema identificado.

O MacFire constitui um sistema útil no apoio ao combate aos fogos pelas funcionalidades que oferece, no entanto, é um sistema limitado em termos de logística: devido a estar instalado numa carrinha; é desenvolvido assente em *software* proprietário; pertence à câmara e não aos bombeiros; se integrar um PCO é limitado a este, não dando apoio às equipas no terreno.

O SIRESP é um sistema de telecomunicações que auxilia o combate aos fogos florestais, é forte em termos de rede, permitindo fazer comunicações em locais quase impensáveis. No entanto, é um sistema que poderia disponibilizar mais funcionalidades no terreno.

Os Sistemas de Previsão do Comportamento de Fogo são sistemas extremamente fortes como foi visto e já começam a existir vários exemplares destes. No caso do Farsite é um simulador que proporciona previsões antecipadas às entidades responsáveis, possibilitando a prévia e consciente tomada de decisão em situações reais. São sistemas dependentes de pessoas com experiência. A favor do Farsite abona o facto de permitir a entrada de dados provenientes de *softwares* livres, no entanto os resultados obtidos são de difícil leitura.

Todos os sistemas abordados têm pontos fortes, e pontos menos bons. No entanto, nenhum deles aborda na totalidade os objetivos identificados anteriormente.

O sistema proposto não pretende substituir nem rivalizar com os sistemas identificados, é projetado observando os sistemas existentes atualmente e observando as necessidades que surgem em situações reais de combate aos fogos com o objetivo de desenvolver um sistema mais abrangente, capaz de apoiar o combate aos fogos florestais tanto na CT e PCO, como no TO.

O presente estudo permitiu constatar que todos os sistemas são uma mais-valia para a temática dos fogos florestais e que já existe mais preocupação no desenvolvimento deste tipo de sistemas. No entanto existe a necessidade de direcionar as funcionalidades não só, mas também para o apoio às manobras de supressão e apoio às equipas no terreno, contribuindo para uma melhor eficácia no combate aos fogos, reduzindo o perigo para as equipas e reduzindo os efeitos causados pelo fogo.

3 Sistema Proposto

Ao longo deste capítulo descreve-se o sistema proposto, que foi previamente apresentado na CISTI2015 - 10ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (Calvão, Carvalho, & Marques, 2015).

3.1 Área de Estudo

Toda a informação presente neste ponto foi obtida do Gabinete Técnico Florestal da Camara Municipal de Águeda (2015a).

O concelho de Águeda está situado geograficamente no distrito de Aveiro fazendo fronteira a norte com os concelhos de Albergaria-a-Velha, Sever do Vouga e Oliveira de Frades, a este com os concelhos de Vouzela e Tondela, a Sul com Mortágua e Anadia, e a Oeste com Oliveira do Bairro e Aveiro. Em termos de área é o maior concelho do distrito de Aveiro com 335,27 quilómetros quadrados e é dividido em onze freguesias.

Como vias de acesso principais é atravessado pela antiga EN1, hoje designada IC2. Esta dá ligação a várias estradas nacionais e municipais que dão acesso a todo o concelho. Nas zonas florestais existem também vários caminhos florestais que pertencem à rede de caminhos florestais do Concelho de Águeda.

O concelho de Águeda apresenta uma grande amplitude altimétrica, varia dos 5 metros na zona envolvente à Pateira de Fermentelos, até aos 721 metros na Urgueira, da união de freguesias do Préstimo e Macieira de Alcôba, (ver Figura 6).

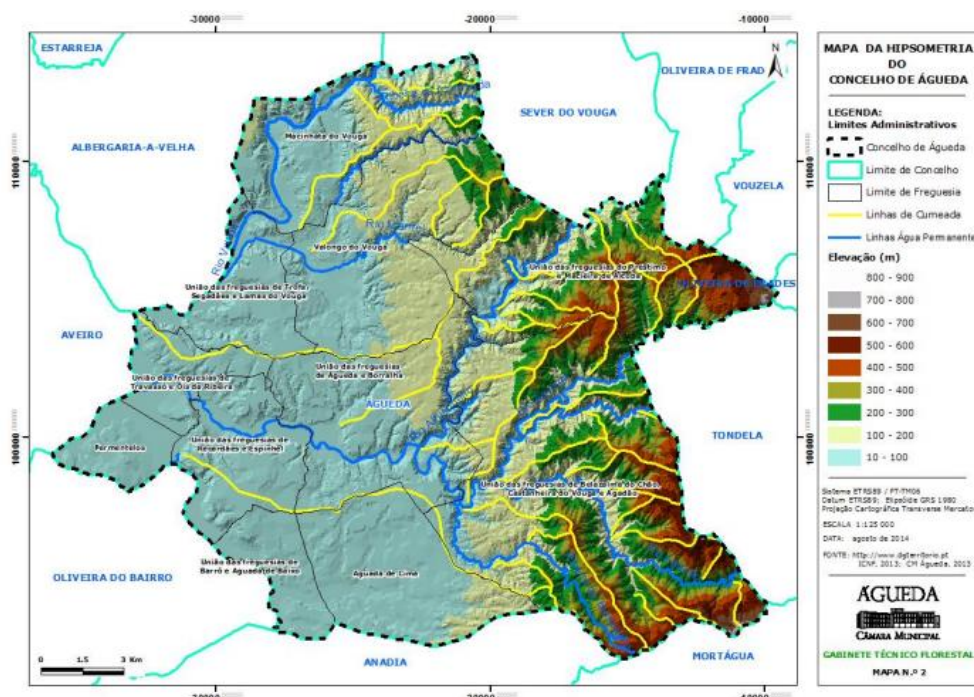


Figura 6 - Carta Altimétrica.

Fonte: (Floresta, 2015a).

Em termos de declives o concelho de Águeda apresenta duas situações distintas, a Oeste predomina a planície, não indo além dos 10% de inclinação. A Este existe uma orografia mais irregular, à medida que a altitude aumenta, o relevo vai surgindo mais irregular aumentando a sua inclinação, aparecendo zonas de escarpa nos vales encaixados dos rios Águeda, Alfusqueiro e Agadão, zonas onde os declives conferem inclinações acima dos 40%.

Em relação às exposições (ver Tabela 1), no concelho predominam as encostas viradas a Sul e a Oeste, precisamente aquelas que apresentam maior índice de inflamabilidade do combustível. Na tabela seguinte verifica-se que predominam as encostas viradas a Sul e Oeste o que aumenta o risco de Incêndio Florestal:

Tabela 1 - Exposições por Percentagem.

Orientação	Área (%)
Plano	19.2
Norte	18.22
Sul	21.53
Este	14.47
Oeste	26.58

O concelho de Águeda encontra-se integrado na bacia hidrográfica do Vouga, os principais cursos de água que atravessam o concelho são: o rio Vouga, delimitando a parte Nordeste/Oeste do concelho e apresentando-se como único rio principal, o rio Águeda, principal afluente do rio Vouga, como afluentes do Águeda temos os rios Cértima, Alfusqueiro e Agadão. No concelho existe também uma lagoa, a Pateira de Fermentelos.

O clima em que o concelho se encontra é afetado por fatores regionais e locais, a sua posição geográfica na fachada atlântica do Continente Europeu e a ausência de conjuntos montanhosos significativos. Encontra-se localizado entre o litoral e o primeiro conjunto montanhoso que se opõe à progressão das massas de ar marítimo para o interior, constituído pela Serra do Caramulo. É fortemente influenciado pelo oceano Atlântico devido aos ventos carregados de humidade atmosférica que conferem uma elevada humidade relativa e uma temperatura anual amena.

Em termos de perigosidade de incêndio florestal (ver Figura 7) demonstra que a zona Este do concelho possui uma extensa mancha com perigosidade alta e muito alta, tratasse de uma área montanhosa ocupada principalmente por áreas de eucalipto. É o caso da união das freguesias de Belazaima do Chão, Castanheira do Vouga e Agadão, e da união de freguesia de Préstimo e Macieira de Alcoba (Floresta, 2015b).

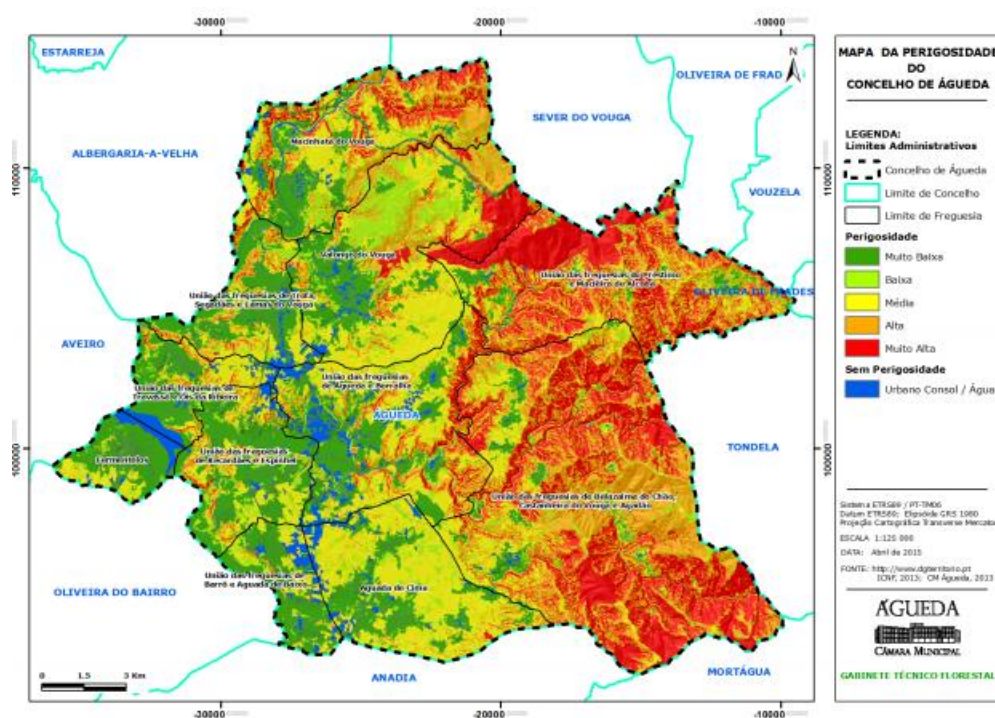


Figura 7 - Mapa de perigosidade do concelho de Águeda.

Fonte: (Floresta, 2015b).

Pelo exposto nos parágrafos anteriores, conclui-se que o concelho sobre o qual recai o presente projeto, possui como características, fatores que o tornam propício à ocorrência de fogos florestais e na ocorrência de um, este rapidamente pode evoluir para grandes dimensões, ficando incontrollável.

O presente trabalho incide sobre o concelho de Águeda devido à facilidade de adquirir informação geográfica deste. A maioria dos dados geográficos utilizados foram facultados pela Câmara Municipal do concelho. Foi cedido o acesso à base de dados dos Bombeiros Voluntários de Águeda para que o sistema proposto filtrasse as ocorrências de fogos florestais.

Este sistema é desenvolvido para o concelho de Águeda no âmbito do presente projeto, no entanto, não invalida a sua utilização em outros concelhos do distrito ou até mesmo do país, sendo adaptando para esse fim.

3.2 Requisitos

Pelo exposto no ponto 1.2 que descreve os objetivos, identificaram-se os requisitos funcionais presente na Tabela 2, esta apresenta cada requisito, a sua explicação, e ainda a sua prioridade. A prioridade pode ser alta, média, ou baixa.

Tabela 2 - Requisitos do Sistema.

Refª	Descrição	Prioridade
Req. 1	Gerir Utilizadores Desktop e Móveis (Criar, Editar, Eliminar).	Alta
Req. 2	Gerir Ocorrências Fogo Florestal (Criar, Editar, Eliminar).	Alta
Req. 3	Obter ocorrências de fogo florestal da BD dos Bombeiros.	Alta

Req. 4	<p>Visualizar dados dos temas geográficos (mencionados de seguida) em cima de um mapa de base na CT / PCO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ocorrências; • Viaturas; • Freguesias; • Rede-viária e florestal; • Estradas cortadas; • Pontos de abastecimentos de Água; • Bombas de gasolina; • Uso e ocupação do solo; • Modelos de combustível; • Modelo digital do terreno (TIN Altimétrica); • Carta de risco de incêndio florestal do concelho; 	Alta
Req. 5	Manipular toda a informação geográfica considerada útil para o tema em questão na CT / PCO.	Alta
Req. 6	Visualizar e monitorizar os meios envolvidos na CT / PCO por ocorrência.	Alta
Req. 7	Visualizar dados alfanuméricos de cada veículo na CT / PCO (Status, Nome Corpo de Bombeiros, Numero de Elementos, Sigla Veículo).	Alta
Req. 8	Obter na CT / PCO as coordenadas da ocorrência a partir da localização da primeira viatura, quando os estados da mesma for “Em Combate” por ocorrência, caso não exista.	Alta
Req. 9	Permitir efetuar consultas na CT / PCO.	Alta
Req. 10	A aplicação móvel terrestre deve disponibilizar aos bombeiros no terreno a opção de selecionar a ocorrência da missão.	Alta
Req. 11	<p>Disponibilizar na aplicação móvel terrestre dados dos temas geográficos (mencionados de seguida) em cima de um mapa de base:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rede-viária e florestal; • Estradas cortadas; • Freguesias; • Viaturas; • Pontos de abastecimentos de Água; • Localização da ocorrência caso exista; • A sua localização. 	Alta
Req. 12	A aplicação móvel terrestre deve disponibilizar o ponto de situação da ocorrência;	Alta
Req. 13	A aplicação móvel terrestre deve permitir despertar um alerta em caso de situação de risco.	Alta
Req. 14	Permitir manipular informação sobre a localização do(s) foco(s) de ignição na CT / PCO.	Alta
Req. 15	Disponibilizar Simulação do comportamento do fogo na CT / PCO por ocorrência, através de um Software de simulação da propagação de fogo.	Alta
Req. 16	Fazer a integração do Software de simulação de fogo com a aplicação WebSig para visualizar a simulação no Browser em cima de um Layer com um mapa da zona da ocorrência.	Alta
Req. 17	Obter dados de meteorologia de um Site de meteorologia.	Alta

Req. 18	Criar restantes dados de Input necessários para o funcionamento do Software de simulação de propagação de fogo.	Alta
Req. 19	<p>Dar alertas específicos por ocorrência, para que se possa posicionar o melhor possível os meios de no terreno na CT / PCO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No caso de condições extremas se verificarem, tais como: ventos superiores a 40Km/h; Se a temperatura for superior a 20 graus; Se o rumo do vento alterar; • Se a direção do vento for na direção de uma aldeia (efetuar calculo, propagação igual à velocidade do vento), quando a frente estiver a menos de 5 Km da aldeia; 	Alta
Req. 20	Monitorizar o comportamento do fogo por ocorrência na CT / PCO através da localização dos veículos no terreno com <i>status</i> “Em Combate”, “Rescaldo”, e “Em Vigilância”.	Alta
Req. 21	Monitorizar o comportamento do fogo e ir atualizando as informações fornecidas aos bombeiros no terreno por ocorrência.	Alta
Req. 22	A aplicação móvel aérea deve disponibilizar a possibilidade de selecionar a ocorrência da missão.	Alta
Req. 23	<p>Disponibilizar na aplicação móvel aérea dados dos temas geográficos (mencionados de seguida) em cima de um mapa de base:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pontos de abastecimentos de Água com condições para o seu abastecimento; • Freguesias; • Localização da ocorrência caso exista; • A sua localização; 	Alta
Req. 24	A aplicação móvel aérea deve indicar o ponto de abastecimento mais próximo segundo a sua posição atual.	Alta
Req. 25	A aplicação móvel aérea deve disponibilizar o ponto de situação da ocorrência;	Alta
Req. 26	A aplicação móvel aérea deve disponibilizar ao piloto do meio aéreo as situações de alertas dos veículos no terreno por ocorrência.	Alta
Req. 27	As aplicações móveis devem permitir o Cálculo de rotas otimizadas para o abastecimento dos meios terrestres e aéreos;	Baixa
Req. 28	Disponibilizar ferramentas para esboço de desenho (marcar setores, etc.), na CT / PCO;	Baixa
Req. 29	Possibilidade de imprimir mapas com a informação pretendida na CT / PCO;	Média
Req. 30	Possibilidade de guardar áreas ardidadas através de ficheiro GPS (.gpx) por um agente da GNR;	Alta

A grande maioria dos requisitos identificados tem atribuída uma prioridade alta, a justificação para isso é, serem consideradas funcionalidades fundamentais para o âmbito do presente projeto.

3.3 Requisitos de Hardware e Software

Os requisitos identificados tem o objetivo de criar condições que permitam ao sistema projetado funcionar da forma como foi idealizado. Tanto a nível de *software* como a nível de *hardware* são impostas restrições. É feita a separação dos requisitos de *software* dos de hardware. A Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os requisitos identificados.

Tabela 3 - Requisitos de Software.

Refª	Descrição
Req. 1	A aplicação WebSig deve ser utilizada em ambiente web.
Req. 2	O SGBD deve suportar a componente geográfica.
Req. 3	Utilizar um servidor de mapas.
Req. 4	As aplicações móveis devem correr em Smartphones ou Tablets.

Tabela 4 – Requisitos de Hardware.

Refª	Descrição
Req. 1	Os dispositivos móveis devem possuir GPS.
Req. 2	Os dispositivos móveis devem possuir GSM Wi-Fi.

3.4 Diagramas de Casos de Uso

Nos pontos seguintes são apresentados e explicados os diagramas de caso de uso do sistema. São identificados sete atores do sistema como exposto na Tabela 5.

Tabela 5 - Atores do Sistema.

Ator 1	Ator 2	Ator 3	Ator 4	Ator 5	Ator 6	Ator 7
Administrador	Agente GNR	Operador CT	Operador PCO	COPAR	Chefe Equipa	Piloto

O ator “Administrador” tem ao seu cargo o caso de uso “Gerir Utilizadores Desktop / móveis” que permite fazer a gestão de todos os utilizadores do sistema, é a única funcionalidade atribuída ao administrador do sistema.

O ator “Agente GNR” é responsável pelo caso de uso “Gerir Áreas Ardidadas”, este caso de uso permite fazer a gestão das áreas ardidadas.

Os atores “Operador Central” e “Operador PCO” têm a seu encargo os casos de uso “Gerir Ocorrências” e “Fazer Pesquisas”, o caso de uso “Gerir Ocorrências” permite aos atores gerir todas as funcionalidades relacionadas com as ocorrências, o caso de uso “Fazer Consultas” dá a possibilidades dos atores fazerem algumas consultas.

Os atores responsáveis pela aplicação móvel terrestre é o “Chefe Equipa” e o “Copar”, estes tem a seu cargo o caso de uso “Gerir Missão Veiculo”. Este caso de uso permite aos atores fazer a gestão de toda a aplicação móvel terrestre.

Por fim o ator responsável pela aplicação móvel aérea é o “Piloto”, este tem a seu cargo o caso de uso “Gerir Missão Helicóptero”. Este caso de uso permite o ator fazer a gestão de toda a aplicação móvel aérea.

3.4.1 Diagrama de Alto Nível

A Figura 8 apresenta o diagrama de caso de uso de alto nível do sistema. Neste aparecem representados todos os atores do sistema e os casos de uso a seu cargo.

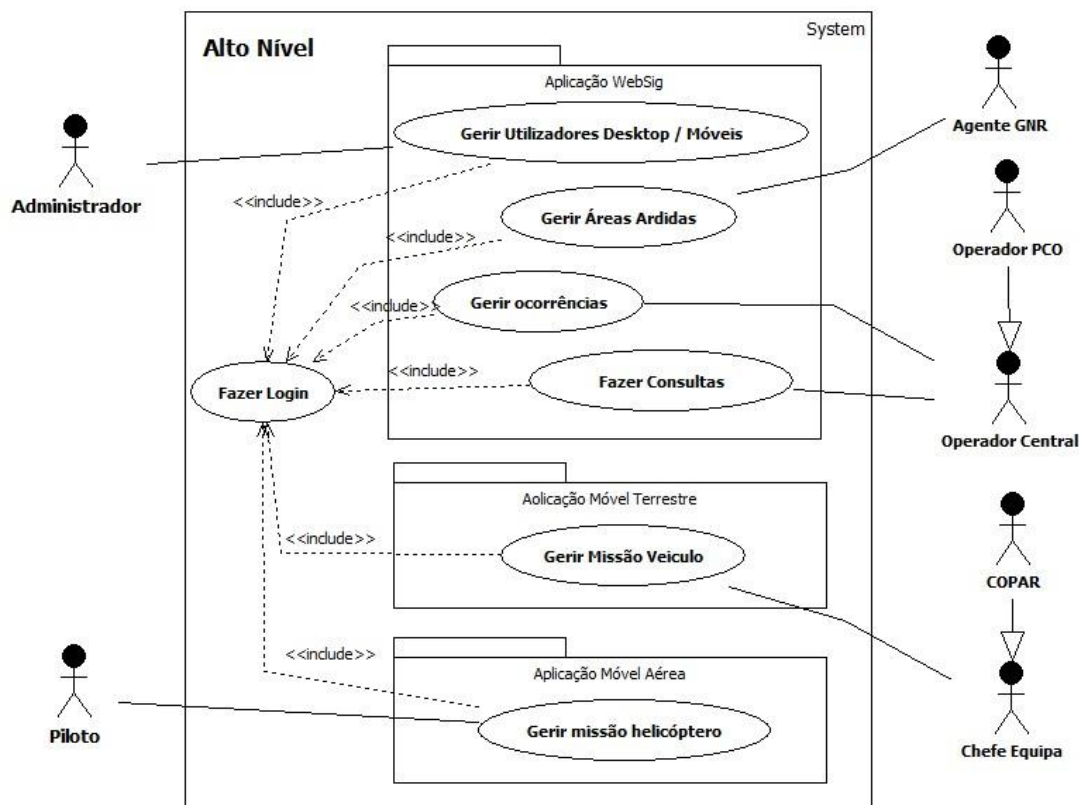


Figura 8 - Diagrama Caso de Uso - Alto Nível.

Como se pode observar no diagrama existem dois casos de generalização de atores, é o caso do Operador Central e Operador PCO e o caso do Chefe Equipa e o Copar. Trata-se de atores distintos mas que tem as mesmas permissões.

3.4.2 Caso de uso Gerir Utilizadores

O ator que interage com o diagrama da Figura 9 é o “Administrador”. Este é responsável por gerir os utilizadores Móveis e Desktop, o caso de uso “Gerir Utilizadores” representa esse tipo de utilizadores. O Administrador é responsável por adicionar, editar e remover os utilizadores. Os casos de uso “Adicionar Utilizador”, “Editar Utilizador” e “Remover Utilizador” representam essas funcionalidades.

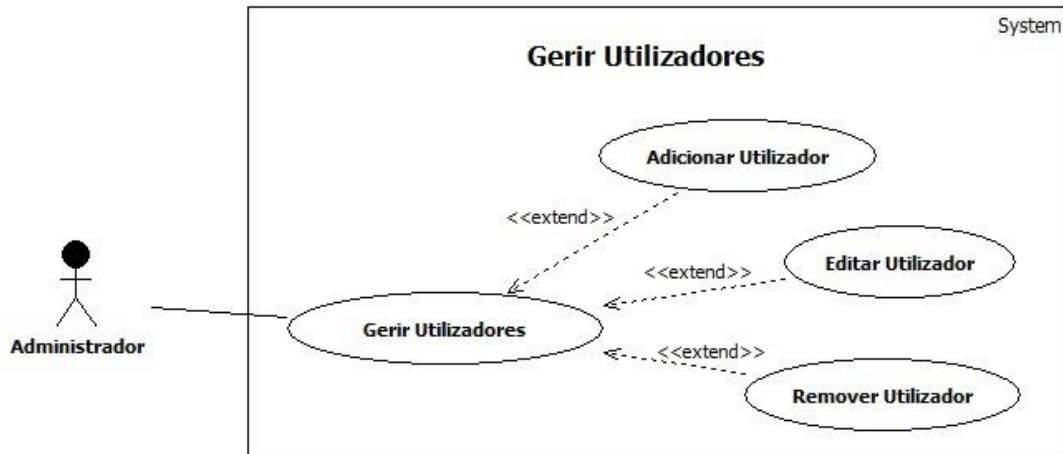


Figura 9 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Utilizadores.

3.4.3 Caso de Uso Gerir Ocorrências

O diagrama da Figura 10 apresenta os casos de uso associados à gestão de ocorrências. Os atores presentes neste diagrama são o “Operador Central” e o “Operador PCO”.

É possível observar que todos os casos de uso presentes no diagrama são extensões do caso de uso “Gerir Ocorrência”. Os atores são responsáveis por inserir, editar e remover ocorrências, esses casos de uso estão presentes no diagrama como se pode observar. O caso de uso “Obter Ocorrências BD Bombeiros” é uma extensão do caso de uso “Inserir”, que permite obter as ocorrências de fogo florestal da base de dados dos Bombeiros.

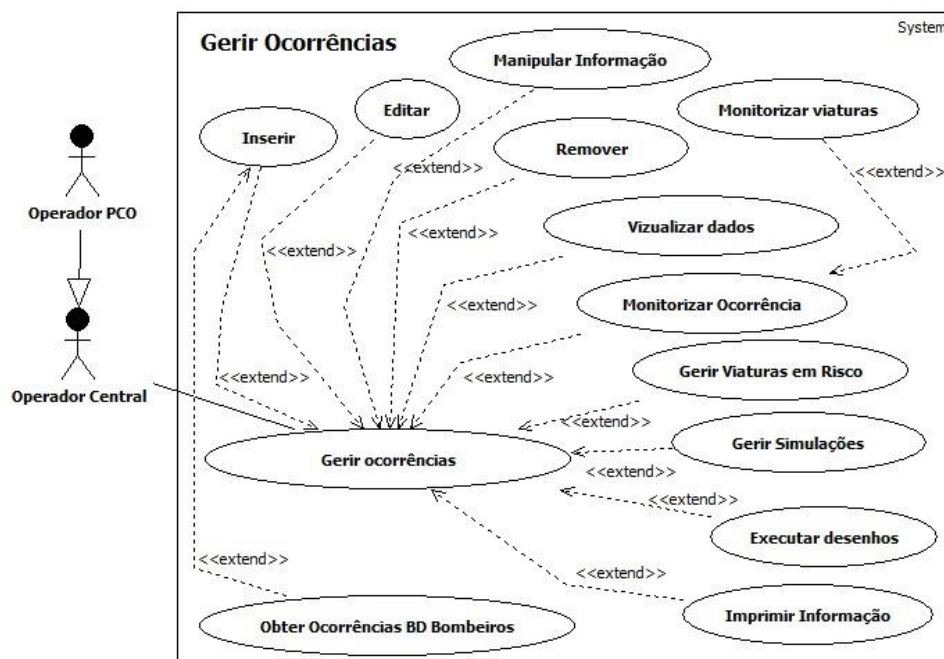


Figura 10 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Ocorrências.

O caso de uso “Visualizar Dados” permite que o ator aceda a todos os dados geográficos contemplados no sistema. O “Monitorizar Viaturas” é extensão do caso de uso “Monitorizar Ocorrência”, permitem que os atores monitorizem o estado de cada ocorrência bem como as viaturas de cada ocorrência.

Os atores têm a possibilidade de gerir as viaturas em situação de risco, o caso de uso “Gerir Viaturas em Risco” representa essa utilização. O “Visualizar Simulações” dá a possibilidade dos atores visualizarem as simulações vindas do modelo de propagação de fogo.

Também é permitido os atores executarem desenhos de pontos, linhas, polígonos em cima de um mapa, para auxílio no PCO. O caso de uso “Executar Desenhos” é responsável por essa funcionalidade. O caso de uso “Manipular Informação” permite fazer a manipulação a nível de CT e PCO de informação para apoio das equipas no TO. Por fim o caso de uso “Imprimir Informação” dá a possibilidade dos atores imprimirem a informação que desejarem.

3.4.4 Caso de Uso Fazer consultas

O diagrama “Fazer Consultas” apresenta na Figura 11 disponibiliza todos os casos de uso que permitem os atores “Operado Central” e “Operador PCO” aceder às funcionalidades de gestão de consultas.

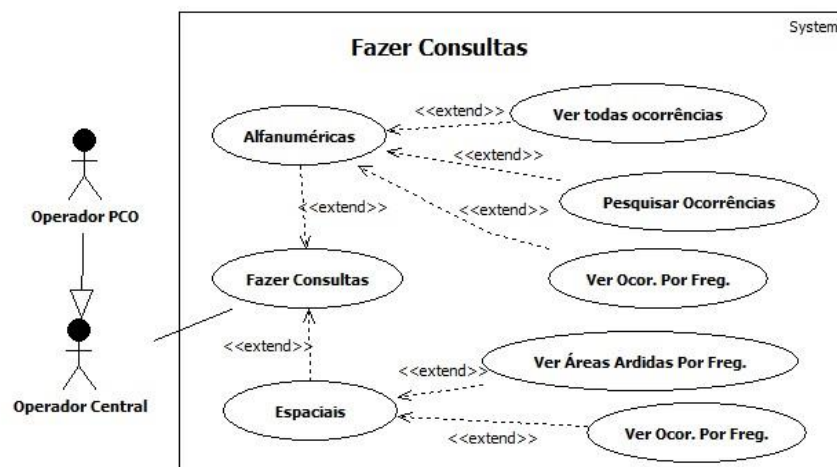


Figura 11 - Diagrama Caso de Uso - Fazer Consultas.

As consultas são divididas em consultas de dados alfanuméricas e consultas espaciais. Os casos de uso “Alfanuméricas” e “Espaciais” são extensões do caso de uso “Fazer consultas”.

Os casos de uso “Ver todas as Ocorrências”, “Pesquisar Ocorrências” e “Ver Ocor. Por Freg.” são extensões do caso de uso “Alfanuméricas”, disponibilizam funcionalidades que permitem os atores ver todas as ocorrências, pesquisar uma determinada ocorrência e ver as ocorrências de uma determinada freguesia respetivamente.

Por outro lado, os casos de uso “Ver Área Ardidas Por Freg” e “Ver Ocor. Por Freg.” são extensões do caso de uso “Espaciais”. Estes casos de uso disponibilizam ao ator as

funcionalidades de ver as áreas ardidas por freguesia e ver ocorrências por freguesia respetivamente.

3.4.5 Caso de Uso Gerir Missão Veículo

O diagrama de caso de uso Gerir Missão Veículo inclui todos os casos de uso da aplicação móvel terrestre. A Figura 12 apresenta esse diagrama.

Os atores responsáveis por gerir a missão do veículo são o Chefe de Equipa e o COPAR. No entanto o COPAR utiliza a aplicação simplesmente como meio de monitorizar as viaturas e o ponto de situação da ocorrência, bem como as situações de emergência. O objetivo é que o COPAR peça apoio ao meio aéreo para auxiliar em caso de necessidade, visto que o meio aéreo é gerido por este.

Os atores através do caso de uso “Selecionar Ocorrência” podem selecionar a ocorrência da missão do veículo. Através do caso de uso “Gerir emergência” os atores podem emitir pedidos de SOS. O caso de uso “Inserir Dados” permite aos atores inserirem os dados relativos à viatura e ao que está a fazer. Também é permitido visualizar dados geográficos, o caso de uso “Visualizar Dados” é responsável por essa funcionalidade. Por fim o caso de uso “Visualizar Ponto Situação” é responsável por disponibilizar aos atores a informação sobre o estado e o ponto de situação da ocorrência da missão do veículo.

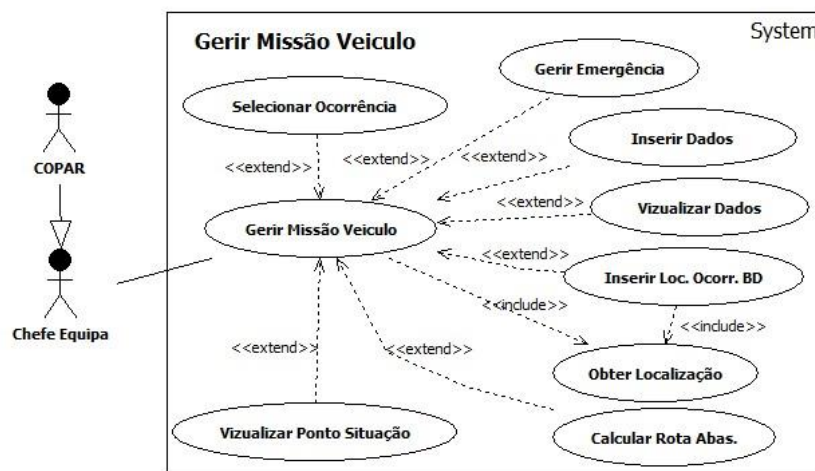


Figura 12 – Diagrama Caso de Uso - Gerir Missão Veículo.

O caso de uso “Gerir Missão Veículo” inclui o caso de uso “Obter Localização”, este é responsável por obter a localização da viatura. O caso de uso “Inserir Loc. Ocorr. BD” inclui o “Obter Localização”, estes permitem os atores inserir a localização da ocorrência na base de dados quando essa não existe.

3.4.6 Caso de Uso Gerir missão Helicóptero

O ator que interage com o caso de uso da Figura 13 é o “Piloto”, este diagrama apresenta os casos de uso que permitem o ator gerir a missão do Helicóptero.

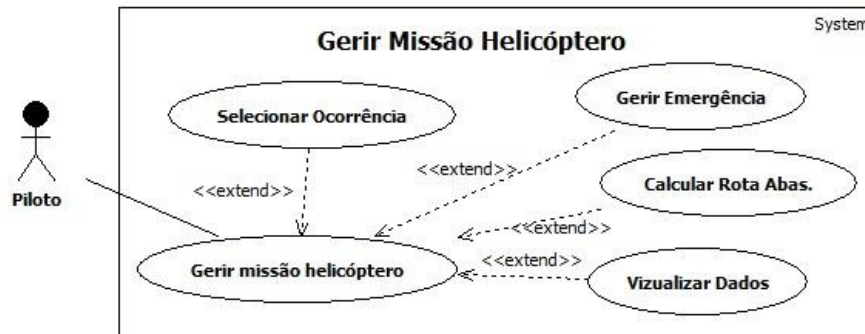


Figura 13 – Diagrama Caso de Uso - Gerir Missão Helicóptero.

O ator tem que selecionar a ocorrência da missão do helicóptero, o caso de uso “Selecionar Ocorrência” disponibiliza essa funcionalidade. O ator também tem acesso às situações de risco para ter acesso à informação da viatura em situação e risco. O caso de uso que disponibiliza essa funcionalidade ao piloto é o “Gerir Emergência”. Por fim o caso de uso “Visualizar dados ” é responsável por disponibilizar os dados geográficos ao ator, bem como as funcionalidades que os disponibilizam.

3.4.7 Caso de uso Gerir Áreas Ardidas

O diagrama “Gerir Áreas Ardidas” é apresentado na Figura 14. O ator que interage com este diagrama é o “Agente GNR”, este é responsável por criar e editar as áreas ardidas, os casos de uso “Criar Área”, “Editar Área” e “Visualizar dados” são extensões do caso de uso “Gerir Áreas Ardidas”, que disponibilizam ao ator essas funcionalidades.

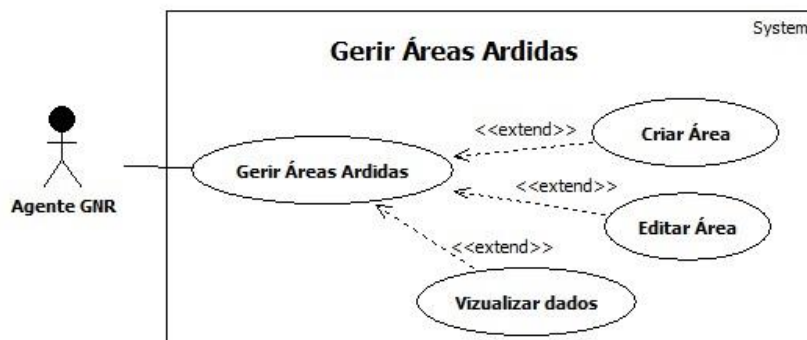


Figura 14 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Áreas Ardidas.

3.4.8 Caso de uso Gerir Simulações

O diagrama “Gerir Simulações” (ver Figura 15) detalha o caso de uso “Gerir Simulações”. Os atores que interagem com o diagrama são os Operador da CT e PCO. Estes atores são responsáveis por gerir as simulações da propagação de um incêndio. Para ser possível fazer uma simulação os atores tem que obter os dados do Modelo e Obter os dados meteorológicos, os casos de uso referentes são o “Obter Dados Input Modelo” e o “Obter dados Meteorológicos”. O caso de uso “Manipular Dados” permite os atores tratar os dados corretamente. O caso de uso “Gerir Alertas Propagação” é responsável por emitir alertas, por exemplo quando a área simulada se sobrepões a uma aldeia.

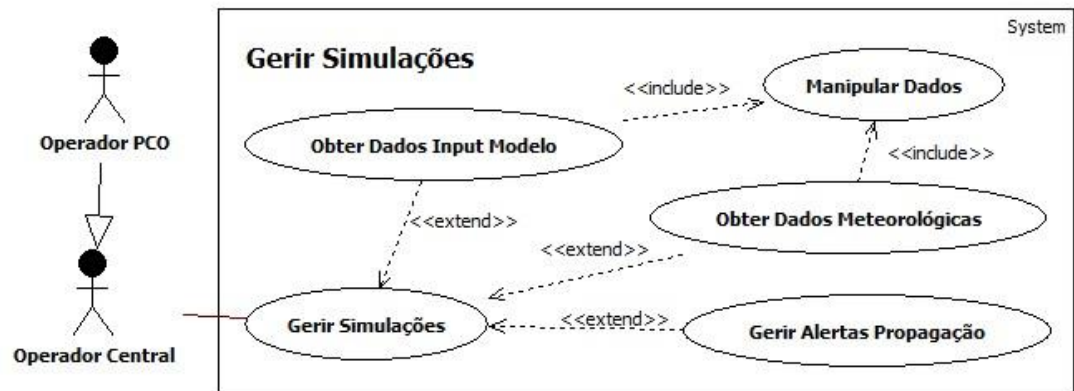


Figura 15 - Diagrama Caso de Uso - Gerir Simulações.

3.4.9 Cobertura de Requisitos

A Tabela 6 relaciona todos os casos de uso apresentados anteriormente com os requisitos funcionais identificados.

Tabela 6 - Cobertura de Requisitos.

Req.	D. Alto Nível	D. Gerir Ocorrência	D. Gerir M. Veiculo	D. Gerir M. Helicóptero	D. Gerir Utilizadores	D. Fazer Consultas	D. Gerir Áreas Ardidas	D. Gerir Simulações
Req. 1	x				x			
Req. 2	x	x						
Req. 3	x	x						
Req. 4	x	x						
Req. 5	x	x						
Req. 6	x	x						
Req. 7	x	x						
Req. 8	x		x					
Req. 9	x					x		
Req. 10	x		x					
Req. 11	x		x					
Req. 12	x		x					

Req. 13	x		x					
Req. 14	x	x						
Req. 15	x	x						
Req. 16	x	x						
Req. 17	x							x
Req. 18	x							x
Req. 19	x							x
Req. 20	x	x						
Req. 21	x	x						
Req. 22	x			x				
Req. 23	x			x				
Req. 24	x			x				
Req. 25	x			x				
Req. 26	x			x				
Req. 27	x		x	x				
Req. 28	x	x						
Req. 29	x	x						
Req. 30	x						x	

Verifica-se que todos os requisitos foram contemplados pelos diagramas, como é o objetivo (ver Tabela 6).

3.5 Arquitetura proposta

A Figura 16 apresenta a arquitetura proposta para o “Sistema de Apoio no Combate aos Fogos Florestais para o Concelho de Águeda”.

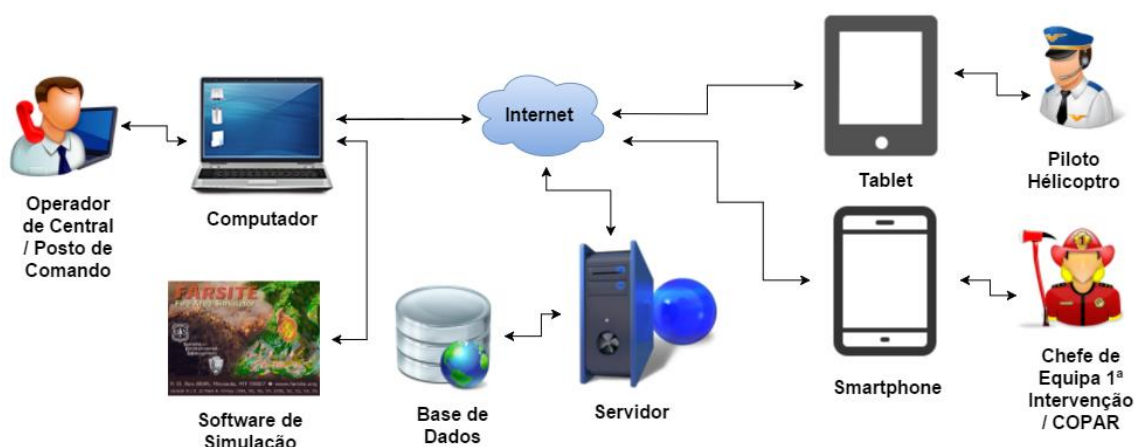


Figura 16 – Arquitetura Proposta para o Sistema.

A presente arquitetura passa pela implementação de várias aplicações com recurso a dispositivos de última geração e tecnologias inovadoras recentes. Têm como objetivo concretizar os requisitos expostos anteriormente.

O sistema é suportado por um SGBDG, que disponibilizará toda a informação relevante para apoio às manobras de supressão de incêndios florestais, será implementado com recurso ao PostgreSQL.

Será criado um servidor para alojar a base de dados e a aplicação de apoio à CT e PCO. Recorre-se ao Apache Tomcat para disponibilizar o servidor de mapas Geoserver que será responsável por disponibilizar toda a informação geográfica para as aplicações.

Para apoio da CT e PCO o sistema disponibilizará uma aplicação WebSig desenvolvida com recurso a tecnologias Web.

A nível do TO são disponibilizadas duas aplicações móveis com recurso ao Corduva, uma para apoio dos meios terrestres e outra para apoio do meio aéreo. Estas contam com os serviços baseados na localização para permitir dar respostas em tempo real, monitorizando os meios de combate.

O sistema contará com simulações da propagação de fogo provenientes dum modelo de simulação de propagação de fogo florestal desenvolvido para o concelho de Águeda no Software de simulação Farsite. Os resultados das simulações poderão ser visualizados na aplicação disponível na CT/PCO.

Todas as componentes presentes na arquitetura comunicam entre si com recurso à Internet. Uma preocupação é que as aplicações sejam usadas em tempo real.

Dado o enorme volume de dados, a necessidade de georreferenciar toda a informação e manter o sistema permanentemente atualizado é fundamental. É usado o QGIS para manipular todos os dados geográficos utilizados antes de os inserir na base de dados do sistema.

3.6 Modelo de dados

O modelo de dados persistente presente na Figura 17, apresenta as classes conceptuais relacionadas com o ambiente projetado. Representa também as relações que existem entre as várias classes. Este modelo é apresentado na forma de um diagrama de classes com as entidades do domínio onde se apresenta os conceitos mais importantes.

O presente esquema suporta dados alfanuméricos e dados geográficos. Observando o modelo, conclui-se que a maioria das classes correspondem a temas de informação geográfica, esse facto deve-se ao grande objetivo do sistema.

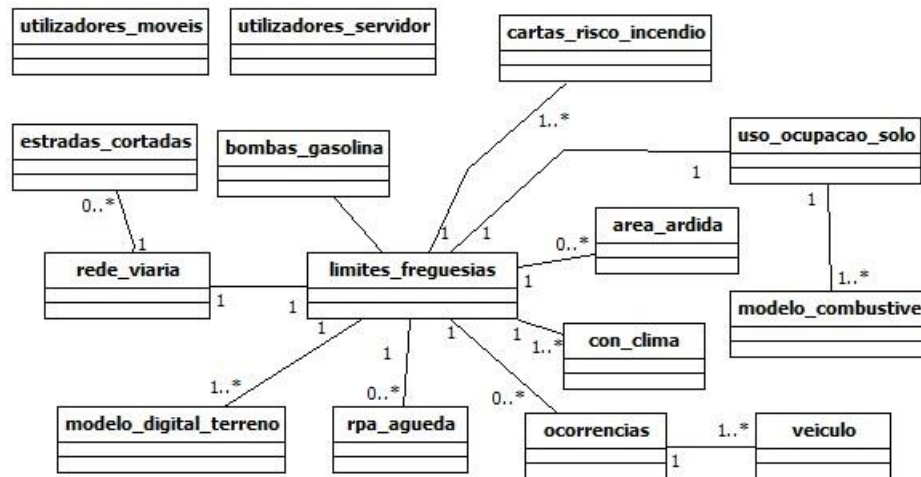


Figura 17 - Modelo de Dados.

Em relação às classes, são apresentadas no presente modelo quinze classes, com temas diferentes:

- “ocorrencias” – é a classe que guarda os dados das ocorrências;
- “veiculo” é a classe onde é guardada a informação relativa às viaturas;
- “rede_viaria” – é a classe que guarda a informação sobre as estradas e caminhos florestais do concelho;
- “rpa_agueda” – é a classe que guarda informação sobre os pontos de abastecimento existentes no concelho;
- “limites_freguesias” – é a classe que guarda informação sobre os limites das freguesias do concelho;
- “bombas_gasolina” – é a classe responsável por guardar os pontos dos locais das bombas de gasolina do concelho;
- “utilizadores_moveis” – guarda informação sobre os utilizadores das aplicações móveis;
- “utilizadores_servidor” – guarda informação sobre os utilizadores desktop;
- “área_ardida” – é a classe que guarda as áreas ardidas.
- “uso_ocupacao_solo” – é a classe que guarda informação sobre a ocupação do solo;
- “modelo_digital_terreno” – guarda informação sobre o relevo do concelho;
- “estradas_cortadas” – guarda informação sobre as estradas ou caminhos florestais que estão intransitáveis;
- “carta_risco_incendio” – classe que guarda informação sobre o risco de incêndio;
- “modelo_combustivel” – guarda informação sobre os combustíveis;
- “com_clima” – tabela que guarda os dados meteorológicos;

No próximo capítulo é apresentado o modelo entidade relação onde são identificados todos os campos de cada classe.

4 Implementação do Sistema

Ao longo deste ponto é apresentado todo o trabalho desenvolvido, problemas encontrados, decisões tomadas e validações efetuadas que originaram a implementação do sistema proposto no capítulo três.

4.1 Arquitetura e Tecnologias

O sistema é totalmente implementado recorrendo a tecnologias de código aberto e de livre acesso, a Figura 18 mostra a estrutura do sistema com as tecnologias usadas.

O sistema de gestão de bases de dados eleito é o *Postgres*, recorrendo-se ao *plug-in postgis* para dar suporte ao armazenamento e manipulação dos dados com componente geográfica.

O servidor foi implementado recorrendo à tecnologia PHP, para a visualização dos dados geográficos em forma de mapa e em *browsers* é utilizado o servidor de mapas *geoserver*.

A criação da aplicação WebSig é realizada com recurso a diversas tecnologias web (*HTML, CSS, Javascript, PHP, JQuery*) e tecnologias *SIG*, nomeadamente o *openLayers*.

Relativamente à aplicação desenvolvida para dispositivos móveis, para além do *HTML, CSS, javascript, PHP, JQuery* e a tecnologias *openLayers*, é utilizado o *cordova* que permite programar para *android*.

Para as aplicações fazerem pedidos ao servidor é utilizada a tecnologia *AJAX*.

Recorre-se igualmente ao *SIG Desktop Quantum GIS* para manipular, atualizar e corrigir dados para que estes sejam o mais reais possível.

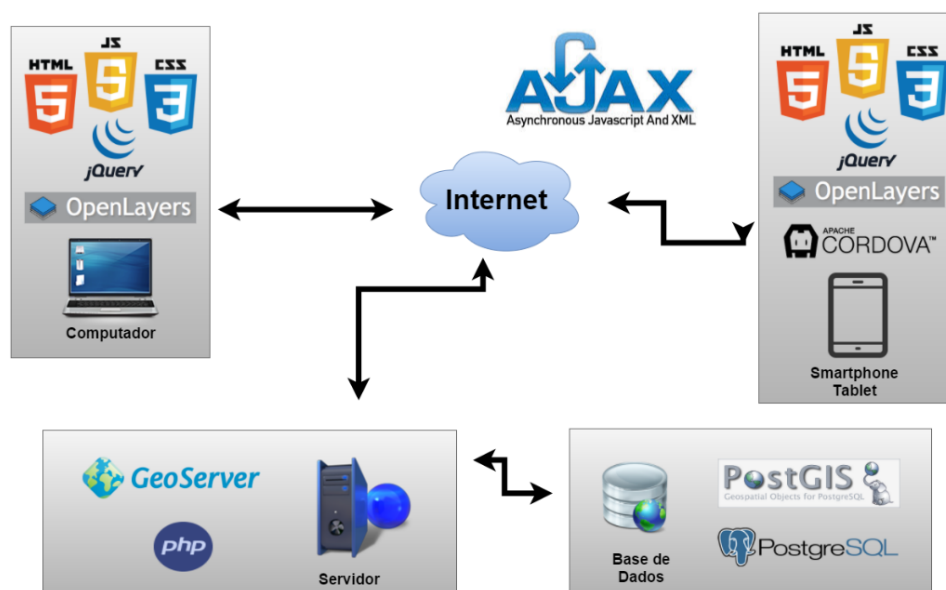


Figura 18 - Arquitetura e Tecnologias.

4.2 Modelo Entidade Relação

Foram criadas as seguintes tabelas: “utilizadores_moveis”, “utilizadores_servidor”, “bombas_agueda”, “rpa_agueda”, “rvf_agueda_oper2012_etr89”, “freguesias_agueda_etr89”, “areas_ardidas”, “ocorrencias”, “viaturas” e por fim “uso_ocupacao_solo”. A Figura 19 mostra o diagrama do modelo entidade relação implementado.

Como se pode observar existe uma relação de um para muitos que liga a tabela ocorrências à tabela viaturas, isso deve-se ao facto de no mínimo uma ocorrência requerer a intervenção de uma viatura.

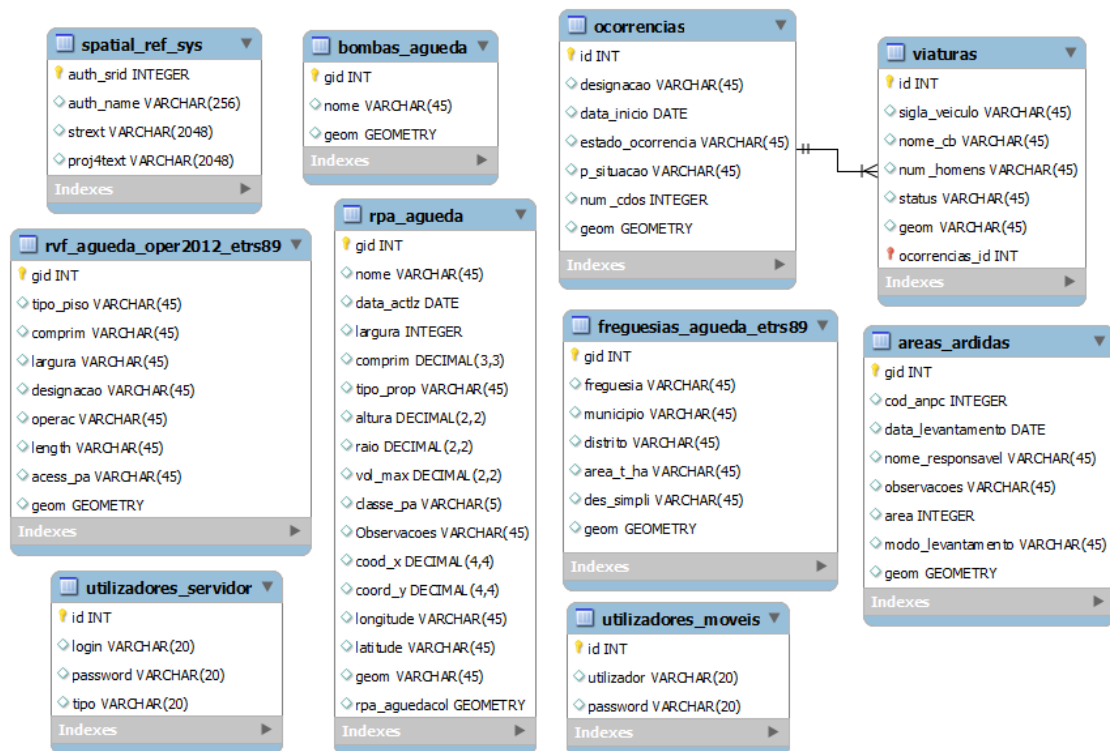


Figura 19 - Diagrama ER da Base de Dados do Sistema.

Olhando para o diagrama é observável que à exceção da relação já explicada, as restantes tabelas aparecem sem qualquer tipo de relação. A razão para isso acontecer é que cada tabela guarda informação de um tema de dados geográficos proveniente da câmara municipal de Águeda em formato shapefile, cada uma com uma grande quantidade de dados. Como a informação de cada tabela é usada de forma independente, optou-se por deixar as tabelas soltas, sem relações, recorrendo às funções do postgis para disponibilizar consultas espaciais quando necessário.

No caso dos utilizadores, é feita uma separação entre os utilizadores móveis e os desktop, a razão para isso acontecer justifica-se com os utilizadores desktop terem tipo de perfil enquanto que os utilizadores móveis apenas possuem Login e Password.

4.3 Dados Técnicos da Implementação das Aplicações

Aplicação WebSig

A aplicação WebSig foi desenvolvida com recurso às tecnologias identificadas no subcapítulo 4.1. Numa primeira fase foram avaliados os requisitos que a aplicação tem que contemplar e definir uma estratégia para a sua implementação. Como a aplicação é suportada por uma base de dados, a sua implementação foi uma das primeiras tarefas, o Modelo ER presente no subcapítulo 4.2 apresenta a sua implementação. De seguida foi carregada a informação para a base de dados, identificada no modelo de dados persistente.

Para disponibilizar os dados geográficos no *browser* foi necessário recorrer ao serviço Web Feature Service (WFS), que permite disponibilizar dados geográficos em formato vetorial para o cliente permitindo a sua manipulação. No entanto foi necessário recorrer ao geoserver para disponibilizar esses dados. Foi criado um “Workspace” designado por “SACFF” que contem todas as “Stores” dos temas geográficos existentes na base de dados. Para cada “Store” foi criado um “Layer” que é invocado do lado do cliente recorrendo à biblioteca geográfica openlayers, a Figura 20 apresenta os dados disponibilizados pelo geoserver.

<input type="checkbox"/>	Type	Workspace	Store	Layer Name	Enabled?	Native SRS
<input type="checkbox"/>	•	SACFF	Ocorrencias_F	Ocorrenciasf	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	•	SACFF	rpa_agueda_sacff	rpa_agueda_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	Freguesias_Agueda	freguesias_agueda_etr89_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	•	SACFF	Bombas de Gasolina	bombas_gasolina	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	Areas_F	Areasf	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	Areas_Ardidas	areas_ardidas_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	cos_teste	cos_agueda	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	•	SACFF	Viaturas_SACFF	viaturas_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	rvf_agueda_oper2012_etr89_sacff	rvf_agueda_oper2012_etr89_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	cos_agueda_vt	cos_agueda_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	•	SACFF	Ocorrencias_SACFF	ocorrencias_sacff	✓	EPSG:3763
<input type="checkbox"/>	■	SACFF	simulacao_sacff	farsite_agueda	✓	EPSG:3857

Figura 20 - Dados no Geoserver.

Durante o desenvolvimento da aplicação não foi utilizado o paradigma orientado a objetos. No entanto foi feita a separação das funções principais das secundárias, sendo estas invocadas a partir da função principal. Foi procurado separar o tipo de funções por ficheiros em relação à sua funcionalidade, por exemplo a gestão de utilizadores encontra-se toda dentro de um ficheiro.

Pelas características do sistema, este exige a implementação de um login para controlo dos utilizadores. Foi uma das primeiras funcionalidades implementada recorrendo a Stored Procedures, estes permitem a redução de tráfego na rede melhorando o desempenho da base de dados.

Para criar o ambiente gráfico da aplicação foram utilizadas as folhas de estilos em cascata (Cascading Style Sheets), são um mecanismo simples para adicionar estilos à página Web, criada

em Hyper Text Markup Language (HTML). Para desenvolver as funcionalidades da aplicação recorreu-se às tecnologias Javascript e jquery.

Pela característica do sistema, este utiliza um grande volume de dados tanto alfanuméricos como geográficos. Existem funções que interagem com a base de dados diretamente invocando queries através de pedidos ajax, quando se pretende dados alfanuméricos, outras, simplesmente carregam os dados geográficos recorrendo à biblioteca Openlayeres disponibilizando temas configurados no geoserver através do protocolo WFS.

Para fazer a manipulação de todos os dados geográficos é utilizada a biblioteca geográfica openlayeres já mencionada. Esta permite disponibilizar e manipular dados geográficos numa página web. Desta biblioteca são usados alguns métodos predefinidos, tais como:

- `OpenLayers.Map()` – que permite criar um mapa;
- `OpenLayers.Control.LayerSwitcher()` – que permite adicionar ao mapa um Layer Switcher com vários mapas de base;
- `map.addLayers([])` – Adiciona ao mapa layers pretendidos;
- `map.setCenter()` – permite centrar o mapa num ponto, por exemplo centrar o mapa no centro de Águeda;
- `OpenLayers.Layer.Vector()` – permite criar um vetor de dados geográficos, por exemplo um layer de estradas;
 - `styleMap` – é um parâmetro do `OpenLayers.Layer.Vector()` que permite indicar o estilo para visualização dos dados geográficos;
- `OpenLayers.Style()` – Cria o estilo de visualização dos dados geográficos;
- `OpenLayers.StyleMap()` – Adiciona os estilos `OpenLayers.Style()` ao mapa;
- `OpenLayers.Rule()` – permite aplicar uma regra sobre os dados geográficos;
- `OpenLayers.Filter.Comparison()` – Permite aplicar um filtro segundo um campo de um layer;
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.EQUAL_TO = “=”;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.NOT_EQUAL_TO = “!=“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.LESS_THAN = “<“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.GREATER_THAN = “>“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.LESS_THAN_OR_EQUAL_TO = “<=“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.GREATER_THAN_OR_EQUAL_TO = “>=“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.BETWEEN = “..“;`
 - `OpenLayers.Filter.Comparison.LIKE = “~“;`
- `setVisibility()` – permite ativar ou desativar um layer, por defeito os layers estão sempre visíveis;
- `viaturas.refresh({force: true})` – permite atualizar um layer, neste caso o layer viaturas;
- `OpenLayers.Control.SelectFeature([])` – permite adicionar um controlador de seleção a um ou mais Layers;
- `map.addControl(select)` – adiciona o controlador ao mapa;
- `select.activate()` – ativa o controlador select;
- `estradas.events.on()` – verifica quando é clicado num layer, neste caso layer estradas;
- `map.getViewPortPxFromLonLat(feature.geometry.getBounds().getCenterLonLat())` – permite obter as coordenadas em pixéis do clique do cursor;
- `feature.layer.name` – permite aceder ao nome do layers;

- `map.events.on({"movestart": function() { select.unselectAll();}});` – desativa todas a seleções ativas;

Grande parte das funcionalidades que a aplicação disponibiliza assenta nos métodos apresentados.

A funcionalidade que permite obter a coordenada de uma ocorrência clicando com o cursor no mapa é disponibilizada pelo seguinte método;

```
OpenLayers.Control.Click();
```

Este permite clicar no mapa onde são obtidas as coordenadas em pixéis do cursor, estas coordenadas são obtidas na projeção `sphericalMercator` “EPSG:900913”. Como o objetivo é guardar a coordenada na base de dados, esta tem que ser reprojetada para um sistema de coordenadas válido.

```
var lonlat = map.getLonLatFromPixel(e.xy);

var projWGS84 = new OpenLayers.Projection("EPSG:4326");

var proj900913 = new OpenLayers.Projection("EPSG:900913");

var point = new OpenLayers.LonLat(lonlat.lon, lonlat.lat);

point.transform(proj900913, projWGS84);

pocorrecencia = "POINT(" + point.lon + " " + point.lat + ")";
```

O código acima permite obter as coordenadas do cursor e transformar o ponto no sistema de coordenadas WGS84. Depois é colocada a longitude e latitudes num WKT de um ponto para possibilitar guardar a coordenada na base de dados.

O sistema também permite enviar ficheiros para o servidor, é o caso dos ficheiros GPX do levantamento das áreas ardidas levantadas por GPS e dos ficheiros que resultam das simulações efetuadas no *software* Farsite.

Para enviar os ficheiros para uma pasta predefinida no servidor foi usado o *plugin* PHP “file_upload_parser” que permite enviar ficheiros para um servidor remotamente. Este permite limitar a extensão dos ficheiros, mostra o progresso do *upload*, caso o *upload* falhe dá uma mensagem de erro a informar, se o *upload* for concluído por completo, informa por mensagem que o *upload* foi completado.

No caso da funcionalidade ver simulação, são enviados os ficheiros da shapefile para a pasta “shp” existente no servidor. Foi configurado uma store “simulacao_sacff” e um *layer* “farsite_agueda”, presente na Figura 20, que disponibiliza os dados da shapefile enviada. Essa informação é adicionada ao mapa num layers pelo protocolo WFS usando os métodos da biblioteca *openlayers* descritos anteriormente.

No caso da funcionalidade criar área ardida, são enviados os ficheiros GPX provenientes do levantamento por GPS para a pasta “gpx” existente no servidor.

O método abaixo apresentado permite carregar para um layer os dados guardados num ficheiro GPX. Foi usado esse método para disponibilizar um novo layer no mapa com o polígono

da área ardua a inserir. Foi criada uma função que obtém o número de pontos do polígono desse *layer*, percorrendo todo o *layer*, e que cria um WKT dum MULTIPOLYGON à medida que vai obtendo as coordenadas do *layer*. O objetivo foi criar um WKT dos polígonos da área para posteriormente ser guardado na base de dados juntamente com os dados alfanuméricos que o formulário dessa funcionalidade permite inserir.

```
OpenLayers.Format.GPX();
```

Existe a necessidade de apagar os ficheiros das shapefiles e GPX enviados para o servidor uma vez que depois de serem usados, não justifica estarem a ocupar espaço em disco da máquina que aloja a aplicação. Sempre que necessário, é executada uma função que através de um pedido de *ajax*, envia a *string* com o caminho e o nome do ficheiro a eliminar, para um *script* presente no servidor, o qual se encarrega de eliminar o ficheiro shapefile ou GPX, de acordo com a informação recebida como parâmetro.

Aplicação Móvel Terrestre

A aplicação móvel terrestre foi desenvolvida com o *cordova* e compilada para *android*, para além das tecnologias HTML, javascript, css e php, também usa a biblioteca geográfica openlayers, os métodos desta são usados conforme na aplicação WebSig.

Após o utilizador fazer login na aplicação, tem que seleccionar a ocorrência da missão e inserir os dados relativos à viatura, existe interações com a base de dados, à semelhança com a aplicação WebSig esta também usa os mesmos procedimentos para guardar e inserir dados na base de dados, ou seja, pedidos de *ajax* que comunicam com scripts php no servidor que executam *queries* à base de dados.

Para além dos dados alfanuméricos a aplicação também disponibiliza dados geográficos conforme a aplicação WebSig, *layers* com dados geográficos e mapas de base importantes para o apoio da missão no TO.

Como se trata de uma aplicação móvel, utiliza características móveis típicas deste tipo de aplicações. Neste caso o *cordova* disponibiliza os seguintes métodos:

- `document.addEventListener("deviceready", onDeviceReady, false)` – é um método que deve ser sempre usado em qualquer aplicação móvel quando é iniciada, que permite chamar outras funções, por exemplo para verificar a existe ligação à internet. Caso tenha ligação continua a execução da aplicação, caso não tenha, pode mostrar uma mensagem a informar a falha de ligação.
- `navigator.geolocation.getCurrentPosition(onSuccess, onError, {maximumAge: 0, timeout: 120000, enableHighAccuracy: true})` – permite o dispositivo móvel obter a sua localização, este tenta durante dois minutos, caso consiga obter a localização é executada a função `onSuccess`, caso não consiga é executada a função `onError`.

Após o utilizador ter iniciado a aplicação e ter sido validada a ligação à internet com o método `onDeviceReady`, é apresentado o menu que permite o utilizador fazer login na aplicação. Após ter efetuado o login o utilizador seleciona a ocorrência da missão e insere os dados da viatura. Quando iniciar a aplicação esta tenta obter a sua localização com o método `navigator.geolocation.getCurrentPosition()`, caso consiga é executada uma função que, verifica se existe alguma viatura com a mesma sigla do mesmo corpo de bombeiros na tabela, se houver é dada uma mensagem a informa o utilizador, caso não exista insere os dados da viatura incluindo a sua localização na tabela “Viaturas” na base de dados e obtém o ponto de situação da ocorrência.

De trinta em trinta segundos é obtida uma nova localização, atualizada a localização na base de dados e atualizado o ponto de situação da ocorrência disponibilizado na aplicação.

A aplicação permite emitir alertas SOS, quando o utilizador tocar no botão SOS, é questionado ao utilizador se pretende mesmo emitir o alerta, caso confirme, é executada uma função que executa um *ajax*, que envia a informação da viatura para um script existente no servidor, que executará uma *query* à base de dados a alterar o campo “risco” da viatura em questão na tabela “viatura” para “Sim”. Será mostrada uma mensagem a informar o utilizador que o SOS foi enviado, é emitido um sinal sonoro com o método `my_media.play()` que faz soar um som, neste momento também são alteradas as cores de fundo dos títulos da aplicação com a biblioteca *jquery*.

Quando a situação de perigo estiver resolvida, o operador de CT ou PCO, altera a situação na base de dados, através da funcionalidade “Gerir Viaturas Risco”. Está sempre uma função a verificar se a situação na base de dados foi alterada, caso o campo “risco” da viatura tenha passado para “Não”, a cor dos fundos dos títulos volta à cor normal.

Quando o utilizador terminar a aplicação, é executada uma função, que através de um pedido de *ajax*, faz correr um *script* no servidor a executar uma *query* à base de dados, a remover a viatura da tabela “Viaturas”, de seguida é executado um método do *cordova* a terminar a aplicação. Trata-se do método `navigator.app.exitApp()`.

Aplicação Móvel Aérea

A aplicação móvel aérea utiliza as mesmas tecnologias que a aplicação móvel terrestre, no entanto esta disponibiliza menos funcionalidades. À semelhança da aplicação móvel terrestre, permite que o utilizador faça login e selecione a ocorrência da missão, estando estas funcionalidades implementadas da mesma forma. Esta também verifica a ligação à internet.

Esta aplicação não insere dados na base de dados, simplesmente obtém o ponto de situação da ocorrência à semelhança da aplicação móvel terrestre. Também obtém a sua localização, o objetivo desta é para que através de um algoritmo consiga obter o ponto de abastecimento mais próximo da sua localização. O algoritmo utilizado é o de *voronoi*.

Para gerar o algoritmo de *voronoi* é usada a biblioteca javascript *Jsts*. São dados como ponto de entrada, os pontos de abastecimento existentes no *layer* pontos de abastecimento. Quando o diagrama é gerado é adicionado ao mapa num novo *layer*. É verificado qual é o polígono onde o helicóptero se encontra dentro, quando esse polígono for encontrado, é novamente verificado

qual é o ponto de abastecimento que se encontra dentro desse polígono, esse é o ponto de abastecimento mais próximo para o meio aéreo abastecer. Esse ponto é colocado em evidência.

A aplicação móvel aérea também disponibiliza a funcionalidade de verificar se existem viaturas em risco. É executada uma função de cinco em cinco segundos, que através de um pedido de *ajax* executa um script existente no servidor, que executa uma *query* à base de dados a verificar se existe alguma viatura com o campo “Risco” com o valor “SIM”. Caso exista à semelhança coma aplicação móvel terrestre também é emitido um sinal sonoro e uma mensagem de alerta a informar o piloto da viatura em risco. Quando o piloto clicar em “OK”, a aplicação quando verificou esta situação já obteve a localização da viatura em risco e faz *pan* e *zoom* para essa localização, colocando nesse ponto um *icon* duma viatura a preto.

À semelhança da aplicação móvel terrestre, quando o piloto terminar a aplicação, é executado o método cordova navigator.app.exitApp() que termina a aplicação.

4.4 Aplicação WebSig

A Figura 21 mostra o ambiente gráfico do formulário que a aplicação disponibiliza para os utilizadores fazerem login na aplicação.



Figura 21 - Ambiente Gráfico do Login da Aplicação WebSig.

Na sequência dos subpontos seguintes são apresentados e explicado o ambiente gráfico, bem como o modo de funcionamento das funcionalidades de cada perfil da aplicação WebSig.

4.4.1 Perfil de Administrador

A Figura 22 mostra o ambiente gráfico do perfil de Administrador, esse ambiente disponibiliza todas as funcionalidades que permitem fazer a gestão de todos os utilizadores do sistema.



Figura 22 - Ambiente Gráfico do Perfil de Administrador.

À semelhança de todos os perfis, da parte superior esquerda do ecrã, aparece a saudação ao utilizador, o tipo de utilizador e ainda o nome do utilizador que se encontra na sessão atual. Na parte superior direita do ecrã aparece a expressão “Terminar Sessão”, que permite ao utilizador terminar a sessão atual, voltando a ser mostrado, o formulário de login mostrado na Figura 21.

Como é comum a outro tipo de aplicações, o administrador tem permissão para criar, editar, e eliminar utilizadores. Quando o administrador pretende criar ou editar um utilizador, a aplicação valida no caso de ser um Utilizador do Desktop, antes de guardar a informação na base de dados, se existe algum utilizador com o mesmo login.

Podem existir utilizadores com o mesmo nome, mas com o tipo de perfil diferente. Ao tentar criar dois utilizadores com o mesmo tipo de perfil e com o mesmo nome, a aplicação mostra uma mensagem de alerta a informar o administrador que aquele utilizador já existe. Caso não exista é mostrada uma mensagem de alerta a informa que o utilizador foi guardado.

Para criar utilizadores móveis, estes não tem tipo de perfil associado, devido ao facto de não inserirem informação na base de dados. Desta forma ao ser criado um novo utilizador a aplicação só verifica se já existe aquele utilizador. Caso já exista é mostrada uma mensagem de alerta ao administrador, a informar que aquele utilizador já existe. Se não existir o utilizador é guardado na base de dados e aparecerá uma mensagem de alerta, a confirmar que o utilizador foi guardado. Para os utilizadores móveis não pode haver utilizadores com o mesmo nome.

4.4.2 Perfil de Operador de Central/Posto de Comando

Os Operadores de CT e de PCO tem acesso ao sistema através de um perfil direcionado para o apoio na tomada de decisão no decorrer das manobras de supressão de incêndios florestais. A Figura 23 apresenta o ambiente gráfico desse perfil.



Figura 23 - Ambiente Gráfico do Perfil de Operador de Central/Posto de Comando.

Este perfil disponibiliza várias funcionalidades e informação considerada de extrema importância para a área em questão. A Figura 24 apresenta o ambiente gráfico, do menu que a biblioteca geográfica Openlayers disponibiliza, com os quatro temas de base “Base Layer” e ainda oito temas com informação geográfica do concelho de Águeda “Overlays”.

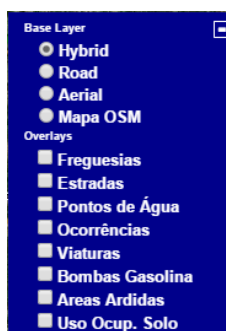


Figura 24 - Menu com os Mapas de Base e Temas de Informação Geográfica.

Os Base Layer são mapas de base, três da *Bing Maps* representados na Figura 25 e um da *OpenStreetMap* presente na Figura 26.



Figura 25- Mapas Bing.



Figura 26 - Mapas OSM.

O objetivo dos mapas de base é ajudar o utilizador a situar os dados dos temas geográficos. Se os temas geográficos aparecessem soltos seria difícil de localizar os pontos ou linhas.

O utilizador pode alternar entre os quatro temas disponíveis segundo o que melhor se adequa ao objetivo que pretende.

A aplicação está programada para aparecer sempre centrada em Águeda visto ser o centro da área geográfica de interesse para o presente projeto.

É possível deslizar no mapa com o cursor do rato, e ainda fazer *zoom* para que o utilizador tenha uma melhor perceção da área pretendida.

No caso dos temas geográficos, por defeito a aplicação mostra os polígonos das freguesias do concelho de Águeda (Figura 27). O objetivo deste tema é ajudar o utilizador a melhor situar a informação dos restantes temas geográficos. Caso o utilizador ative um outro tema, esse será sobreposto ao tema “Freguesias”, logo terá uma melhor precessão da localização dos dados.

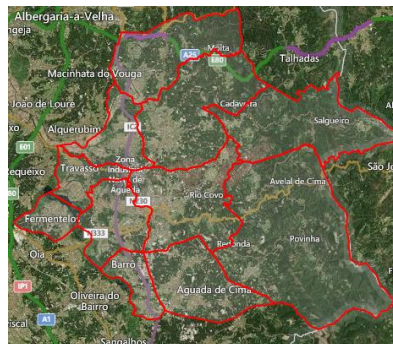


Figura 27 - Tema das Freguesias de Águeda.

Para além do utilizador poder alternar entre os temas de dados geográficos, pode ainda decidir quais os temas que se mantêm ativos. Se desejar, não ter nenhum ativo, ficando só a visualizar os mapas de fundo “Base Layer”.

O tema “Ocorrências” disponível, é o tema que tem todos os pontos da localização de ocorrências de incêndios florestais. Como é possível ver na Figura 28, a aplicação permite clicar em cima de cada ponto, fazendo aparecer uma *tooltip* com a designação da ocorrência. Se O utilizador desejar ver mais dados sobre uma determinada ocorrência pode ainda clicar no *link* “Clique para mais informações” disponível na *tooltip*. Ao clicar nesse *link* aparecerá no painel da Figura 29, dados alfanuméricos com informação da ocorrência em questão: Designação, Data de Início, o Estado da Ocorrência e o Ponto de Situação.



Figura 28 - Tooltip com a Designação de Ocorrência.

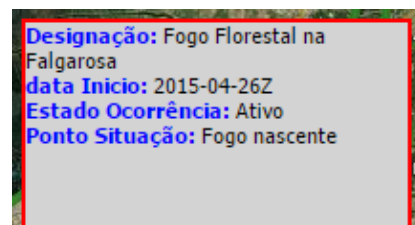


Figura 29 - Dados Alfanuméricos de Ocorrência.

A aplicação também disponibiliza um tema com a rede viária “Estradas” do concelho de Águeda. Este tema tem toda a rede de estradas e estradões florestais do concelho.

À semelhança do tema das ocorrências, também o tema de “Estradas” tem a possibilidade de que com cursor, se clique em cima de uma linha que corresponde a uma estrada ou estradão florestal, mostrando a designação dessa via, Figura 30. Permite ainda através do *link* “Clique para mais informações”, obter mais dados sobre essa via, tais como o nome, tipo de piso, comprimento, largura, acesso, e operacionalidade, presente na Figura 31.



Figura 30 - Tooltip com Designação da Via.

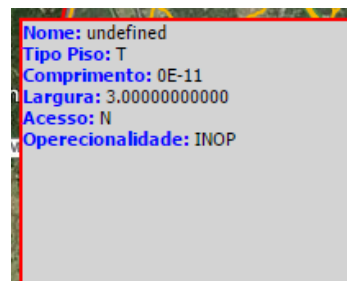


Figura 31 - Dados Alfanuméricos da Via.

Os pontos de abastecimento de apoio aos incêndios florestais representam um tema com grande relevância para este projeto. O Tema “Pontos de Água” disponibiliza todos os pontos de abastecimento do concelho e informação sobre os mesmos.

À semelhança dos temas anteriores, para o tema “Pontos de Água”, a aplicação também disponibiliza uma *tooltip* (Figura 32) e um *link* para o utilizador obter mais informação acerca de cada ponto, Figura 33.



Figura 32 - Tema Pontos de Água.



Figura 33 - Dados Alfanuméricos e Legenda dos Pontos de Água.

Os pontos de abastecimento são divididos em três categorias: Terrestre, Mistos e Aéreos como se pode observar na imagem da Figura 33. O utilizador tem acesso a algumas informações sobre os pontos de abastecimento. Nomeadamente Nome, Data Última Manutenção, Largura, Comprimento, Tipo de Propriedade, Altura, Volume Máximo, Coordenadas Cartesianas XY, Coordenadas em Graus Minutos Segundos, Tipo de Abastecimento e por fim a Legenda. Cada ponto é representado pela imagem de uma gota que pode assumir três cores: azul, amarela e vermelha. Cada cor correspondente a um tipo de abastecimento.

O tema “Viaturas” (Figura 34), disponibiliza todas as viaturas com login efetuado na aplicação móvel terrestre. O objetivo é que na central ou no posto de comando se consiga ter a localização geográfica de cada viatura. O utilizador à semelhança dos temas anteriores tem acesso à Designação da Viatura, Nome do Corpo de Bombeiros, Número de Homens da Viatura, Status, e se a Viatura está em risco ou não (Figura 35).



Figura 34 - Tema Viaturas.

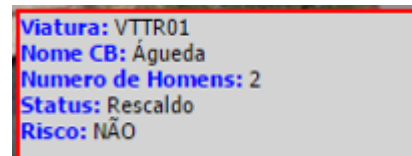


Figura 35 - Dados Alfanuméricos Viaturas.

A aplicação disponibiliza também o tema “Bombas Gasolina”. Este é diferente dos pontos anteriores, já que não permite clicar sobre o ponto e assim obter informação sobre cada bomba de combustível. Por outro, quando se ativa o tema em questão, aparece uma imagem a localizar o ponto geográfico de cada bomba de Combustível como se pode observar na Figura 36.



Figura 36 - Tema Bombas de Gasolina.

Sendo uma mais-valia ter acesso a áreas ardidas de anos anteriores, para que, no caso de ocorrer um novo incêndio nessa área, as entidades responsáveis tenham acesso à localização e à área afetada, a aplicação disponibiliza o tema “Áreas Ardidas”, com as áreas inseridas no sistema pelo login de GNR, através de ficheiros GPX proveniente do levantamento dessa área. A Figura 37 mostra uma área ardida.



Figura 37 - Tema Áreas Ardidas.

Por fim a aplicação disponibiliza também o tema “Uso Ocup. Solo”, presente na Figura 38, com informação sobre o uso e ocupação do solo. O objetivo é ter na Central / posto de Comando, a informação do uso e ocupação do solo, este tema aparece representado com uma escala de cores referente à suscetibilidade que é representada numa escala de zero a 4. O Utilizador pode ver mais informações deste tema como mostra a Figura 39.



Figura 38 - Tema Uso e Ocupação do solo.

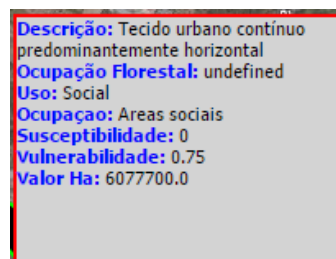


Figura 39 - Dados Alfanuméricos Ocupação.

Até agora foram mostradas as funcionalidades mais básicas que a aplicação disponibiliza. Estas destinam-se à disponibilização de informação geográfica. No seguimento do presente ponto deste documento são apresentadas e explicadas funcionalidades mais complexas. Estas requerem um conhecimento prévio por parte do utilizador para que este consiga tirar o máximo partido das funcionalidades que a aplicação oferece.

Numa primeira fase, quando é recebida na central dos bombeiros de Águeda um alerta de fogo florestal, é criada uma nova ocorrência na base de dados dos bombeiros através do *software* proprietário SADO. A partir desse momento são despachados para o local os meios de primeira intervenção. Neste momento a interação com o presente sistema pode começar.

O perfil de operador para além das funcionalidades básicas já abordadas anteriormente neste ponto, disponibiliza várias funcionalidades mais robustas. Para o utilizador ter acesso a elas terá que clicar na roda dentada que aparece centrada no fundo do ecrã, Figura 40.

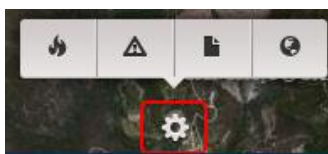


Figura 40 - Menu de Funcionalidades do Perfil de Operador de Central/Posto de Comando.

Como se pode observar, existem quatro ícones, cada um dá ao utilizador a possibilidade aceder a vários tipos de funcionalidades de gestão, trata-se de um menu:

Ícone chama – Permite gerir as ocorrências e monitorizar viaturas;

Ícone Sinal de Perigo – Permite gerir as viaturas em risco;

Ícone Folha de Papel – Permite gerir as consultas alfanuméricas;

Ícone Globo – Permite gerir as consultas espaciais.

Funcionalidade Gerir Ocorrências e Monitorizar Viaturas

Como já foi visto, o ícone com a chama dá acesso à gestão de ocorrências e monitorização das viaturas, ou seja, viaturas que tenham login efetuado através da aplicação móvel desenvolvida para o efeito. Se salientar que quando o utilizador da aplicação móvel terrestre terminar sessão, a viatura em questão é removida da base de dados. A Figura 41 apresenta o ambiente gráfico que disponibiliza essas funcionalidades.

Figura 41 - Painel Gestão Ocorrências e Monitorização de Viaturas.

O perfil de Operador de Central/Posto de Comando tem a responsabilidade de gerir as ocorrências, inserir, editar e ainda remover ocorrência. A funcionalidade de “Remover Ocorrência” embora esteja disponível, só deve ser utilizada em caso da inclusão de uma ocorrência por engano, por algum tipo de engano, pois se uma ocorrência existiu, não pode ser apagada. Para o Operador inserir uma nova ocorrência no sistema utiliza o formulário da Figura 42.

Figura 42 - Formulário Criar Ocorrência.

O presente sistema é completamente autónomo, no entanto por questões de agilidade na funcionalidade de inserir uma nova ocorrência, a aplicação faz uma consulta à base de dados dos bombeiros para obter a designação das ocorrências de fogo florestais do dia corrente. Desta forma o Operador pode seleccionar a ocorrência que pretende. Quando a ocorrência for seleccionada será feita uma nova consulta à base de dados dos bombeiros para obter o número de CDOS dessa ocorrência. Quando o Operador validar a ocorrência dos bombeiros, aparecerá o número do CDOS no formulário de inserção da ocorrência. Caso o Operador desejar, pode inserir diretamente o número dos CDOS manualmente.

Para o Operador inserir uma nova ocorrência no sistema, tem que obrigatoriamente inserir a designação da ocorrência e o número do CDOS, caso contrário será dada uma mensagem de alerta para os campos por preencher.

O “Estado da Ocorrência”, “Ponto de Situação”, e “Geometria” podem ser inseridos posteriormente, com a funcionalidade de “Editar Ocorrência”. Quando o operador inserir a ocorrência é dada uma mensagem de alerta a dizer “Inserido”. Neste momento foi executada uma *query* à base de dados que insere uma nova ocorrência na tabela “Ocorrências”.

Para inserir a “Geometria” da ocorrência, a aplicação disponibiliza duas maneiras distintas. Caso o Operador saiba a localização exata da ocorrência, pode através da opção “Ver Mapa”, aceder ao mapa e aproximar o local através do *pan* e *zoom* do cursor. Quando clicar sobre o mapa a aplicação obtém as coordenadas da localização da ocorrência. Este processo de aproximação no mapa tem que ser feito antes de o Operador clicar na funcionalidade “Inserir Ocorrência”.

No caso do Operador não inserir a localização, esta será inserida através da aplicação móvel terrestre, quando o “Status” da mesma for “Em Combate”. Este processo será abordado posteriormente neste documento, no subponto “Aplicação Móvel Terrestre”.

Refletindo sobre as duas maneiras possíveis de inserir a localização de uma ocorrência, por um lado a primeira facilita a chegada ao local dos meios de primeira intervenção, pois a aplicação móvel terrestre mostra a localização da ocorrência da missão em cima de um mapa, facilitando aos meios a chegada ao local.

Por outro lado, a segunda maneira em termos de fiabilidade da localização é mais correta, mas nesse caso, a tripulação da viatura não tem o apoio da aplicação móvel para chegar ao local, tendo que recorrer ao processo tradicional, procurando pela morada fornecida pela central.

Como foi referido anteriormente, o Operador pode editar uma determinada ocorrência cujo estado não seja “Extinto”, Figura 43. Para isso o Operador terá que escolher a opção “Editar Ocorrência” presente na Figura 41.

O formulário "Editar Ocorrência" apresenta os seguintes campos e funcionalidades:

- Datas:** Campo de seleção com o valor "2015-09-11" e um botão "Filtrar Designações".
- Designação:** Campo de seleção com o valor "Fogo Florestal em Fa" e um botão "Carregar Ocorrência".
- Designação:** Campo de texto com o valor "Fogo Florestal em Falgoselhe".
- Data Inicio:** Campo de texto com o valor "2015-09-11".
- CDOS:** Campo de texto com o valor "456789123".
- Estado Ocorrência:** Campo de seleção com o valor "Ativo" e um botão "Ativo".
- Ponto de Situação:** Campo de texto com o valor "Fogo nascente".
- Geometria:** Campo de texto com o valor "0101000020B30E00004EB86E1AFBD7D1C017BBB46EE831F840" e um botão "Ir Mapa".
- Botões "Alterar" e "Limpar" no canto inferior direito.

Figura 43 - Formulário Editar Ocorrência.

Quando o formulário da Figura 43 é carregado, é executada uma *query* à base de dados que retorna todas as datas de ocorrências por encerrar, ou seja, as datas de início de todas as ocorrências com os seguintes estados:

- “Ativo” – Incêndio em evolução sem limitação de área;

- **“Dominado”**- Incêndio sem perigo de propagação para além do perímetro já atingido;
- **“Rescaldo”** – Incêndio extinto, com pequenos focos de combustão dentro do perímetro do incêndio.

Depois do Operador selecionar a data que pretende, tem que carregar no botão “Filtrar Designações”, porque podem existir várias ocorrências por extinguir. Ião aparecer as designações das ocorrências referentes à data selecionada anteriormente, após selecionar a ocorrência que pretende editar, o Operador deve carregar no botão “Carregar Ocorrência”, para que aparecerá toda a informação guardada na base de dados relativamente à ocorrência selecionada.

Após o operador efetuar as alterações, no botão “Alterar”, pode alterar os dados da ocorrência. Caso o Operador faça esse procedimento será mostrada uma mensagem de alerta com a informação “Alterado”.

Para terminar a gestão das ocorrências, o Operador pode ainda através da funcionalidade “Remover Ocorrência”, remover uma determinada ocorrência. Embora não seja correto remover ocorrências do sistema, a aplicação permite essa funcionalidade.

O processo é em todo igual ao processo de editar ocorrência, só que em vez de só aparecerem as datas das ocorrências por extinguir, aparecem todas as datas. Por fim através do botão “Apagar” o Operador pode apagar uma determinada ocorrência, sendo mostrada uma mensagem de alerta com a informação “Apagado”. A Figura 44 mostra o formulário que permite fazer essa operação.

Como se pode observar nos três formulários de gestão das ocorrências, aparece o botão “Limpar” que permite apagar toda a informação presente nos campos dos formulários.

Figura 44 - Formulário Remover Ocorrência.

O processo de monitorização de viaturas introduz um novo conceito, a monitorização de ocorrência. Considerada uma funcionalidade robusta, a aplicação dá a possibilidade do Operador monitorizar ocorrências, viaturas por ocorrência, e ainda viaturas por ocorrência e *status*. Os *status* de cada viatura refere-se ao que a viatura está a fazer num determinado momento, os status serão abordados com mais detalhe posteriormente neste documento, na parte da aplicação móvel terrestre.

Para o Operador monitorizar viaturas, primeiro tem que monitorizar uma ocorrência, para isso terá que clicar na expressão “Monitorizar Ocorrência” presente na Figura 45.

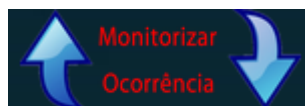


Figura 45 - Monitorizar Ocorrência.

Quando o Operador clica na expressão “Monitorizar Ocorrência” fará aparecer e desaparecer um formulário que permite selecionar a ocorrência a monitorizar. Neste momento é executada uma *query* à base de dados que retorna todas as ocorrências ativas. A Figura 46 mostra o formulário que permite ao Operador monitorizar uma ocorrência.

Figura 46 - Formulário Monitorizar Ocorrência.

Quando o Operador selecionar uma ocorrência a monitorizar, aparecerá uma chama no local da ocorrência, com uma determinada cor, que corresponde ao estado da ocorrência em questão. Os estados de uma ocorrência são quatro: ativo, dominado, rescaldo e extinto. A Figura 47 corresponde ao estado da ocorrência ativa, a Figura 48 corresponde ao estado da ocorrência Dominado, a Figura 49 corresponde ao estado da ocorrência em rescaldo, e por fim a Figura 50 que corresponde ao estado da ocorrência extinta.



Figura 47 - Chama Estado Ativo.



Figura 48 - Chama Estado Dominado.



Figura 49 - Chama Estado Rescaldo.



Figura 50 - Chama Estado Extinto.

Quando o Operador selecionar a ocorrência a monitorizar no formulário da Figura 46 e clicar no botão “Monitorizar” aparecerá a imagem na localização da ocorrência com a cor correspondente ao estado da ocorrência selecionada.

A Figura 51 mostra o exemplo de uma ocorrência monitorizada, em que de cinco em cinco segundos é validado o estado da ocorrência. Caso o estado seja alterado, a imagem da chama muda para a cor do estado em questão.



Figura 51 - Ocorrência Monitorizada.

Após o Operador ter clicado na opção “Filtrar” da opção presente na Figura 52, aparecem todas as viaturas representadas com uma imagem de um carro, que estejam mobilizadas na ocorrência monitorizada. A Figura 53 mostra a localização da viatura VTTR01. A opção “Remover” presente na Figura 52 remove todas as viaturas do mapa.



Figura 52 - Funcionalidade Monitorizar Viaturas Ocorrência.



Figura 53 - Viatura Monitorizada Ocorrência.

Esta funcionalidade tem o objetivo do Operador e entidades de Comando terem uma melhor precessão da disposição geográfica dos meios no terreno, e que em situações de perigo se consiga rapidamente saber quais as viaturas que podem ser afetadas e em caso de necessitarem de ajuda, saber quais as viaturas que estão mais perto. Isto para que via rádio se possa rapidamente comunicar com elas para irem em auxílio, se houver condições de segurança.

A funcionalidade de “Monitorizar Viaturas” também dá uma visão da área que está a ser afetada às entidades competentes com a localização dos meios e também ajuda a perceber se todo o perímetro do fogo está a ser combatido.

Para concluir a funcionalidade de monitorização, o Operador seleciona a opção “Filtrar” presente na Figura 54, podendo visualizar as viaturas mobilizadas na ocorrência por estado.

A Figura 55 mostra a localização do VTTR01 que se encontra a fazer rescaldo. Esta funcionalidade mostra todas as viaturas com o estado selecionado. A opção “Remover” da Figura 54 remove todas as viaturas do mapa.



Figura 54 - Funcionalidade Monitorizar Viaturas Ocorrência por Status.



Figura 55 - Viatura Monitorizada Status.

O Objetivo desta funcionalidade, é que em situações de novos focos de incêndio, ou reacendimentos, facilitar a rápida mobilização das viaturas e também saber quais são as viaturas a mobilizar e saber qual é a suas localizações. Por exemplo numa situação de um reacendimento, o Operador pode filtrar as viaturas que estejam em vigilância, sabendo onde é essa nova situação, através desta aplicação, pode visualizar quais as viaturas que se encontram mais perto geograficamente. Com o apoio desta funcionalidade pode rapidamente, via rádio, comunicar com esses meios e lhe atribuir a nova missão mais rapidamente.

Funcionalidade ver Simulação de Propagação de Fogo

Um dos grandes objetivos do presente sistema como já foi referido, foi a utilização de um simulador do comportamento e propagação de fogos florestais em tempo real. A funcionalidade “ver simulação de propagação de fogo” permite que o Operador de Central / Posto de Comando, importe os *outputs* provenientes das simulações executadas no Software Farsite, para a aplicação WebSig para serem visualizados em cima de um mapa de base.

Os Outputs foram definidos para serem exportados no formato *shapefile*. O nome deve ser “farsite_agueda” por questões de programação. O Software de simulação deve estar instalado no computador que acede à aplicação WebSig para permitir o *upload* dessa *shapefile* para o servidor.

O formulário da Figura 56 que também disponibiliza a funcionalidade Monitorizar ocorrência abordada anteriormente, disponibiliza a funcionalidade “Simulação de Fogo”.

A interface do formulário é dividida em duas seções principais. A primeira seção, intitulada "Ocorrência a Monitorizar", contém um campo de texto rotulado "Designação:" com o valor "Fogo Florestal na Fal" e um botão "Monitorizar". A segunda seção, intitulada "Simulação do Fogo", contém um botão "Escolher ficheiro" ao lado do qual o nome do ficheiro "farsite_agueda.shp" é exibido. Abaixo disso, há um botão "Enviar Ficheiro" e uma barra de progresso. No centro desta seção, há uma mensagem de sucesso: "farsite_agueda.shp Upload completo". Na base da seção, há dois botões: "Remover Simulação" à esquerda e "Ver Simulação" à direita.

Figura 56 - Funcionalidade Simulação de Fogo.

Os ficheiros da *shapefile* da simulação devem ser enviados para o servidor. Para isso o utilizador tem que escolher três ficheiros que compõem a *shapefile* provenientes do *software* de simulação, um a um, mandando cada um deles através do botão “Enviar Ficheiro” para o servidor.

Só é permitido o envio de ficheiros com a extensão “.shp”, “.shx” e “.dbf” por serem as três extensões que o software cria. Estes ficheiros são enviados para a pasta “shp” existente no servidor onde já se encontra o ficheiro com a extensão “.prj” com a projeção da *shapefile*, visto que o Farsite não cria este ficheiro.

Estando a *shapefile* no servidor o Operador pode carregar para o mapa o polígono da simulação através do botão “Ver Simulação”, que cria e adiciona ao mapa o *layer* “Simulação de Fogo”, com o resultado contido na *shapefile*. A Figura 57 mostra o *layer* criado e o polígono da simulação feita no Farsite. Este *layer* pode ser ativado e desativado conforme o Operador desejar.

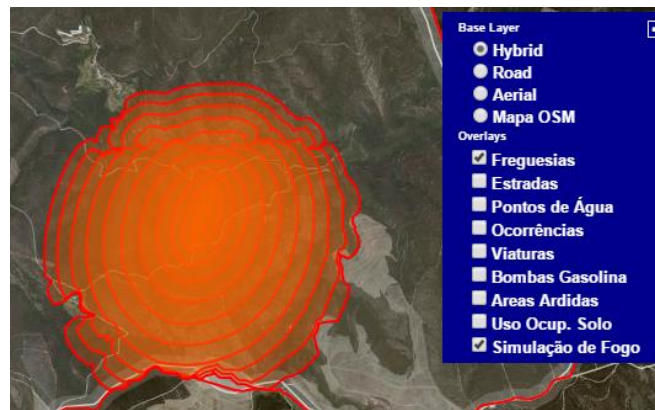


Figura 57 - Layer Simulação de Fogo.

Sempre que o Operador quiser carregar para a aplicação uma nova simulação, tem que antes remover os ficheiros com as extensões “.shp”, “.shx” e “.dbf” da pasta do servidor. Para isso basta carregar no botão “Remover simulação” presente na Figura 56. Depois é só enviar novamente os ficheiros da nova simulação.

Esta funcionalidade possibilita uma melhor perceção da área afetada do que o próprio Farsite. Mais à frente no subcapítulo “Simulador Farsite” é apresentado o modelo desenvolvido.

Funcionalidade Gerir Viaturas em Risco

O ícone com o sinal de perigo presente na Figura 40, permite ao Operador gerir as viaturas em situação de risco, e que necessitam de auxílio. A Figura 58 mostra o ambiente gráfico que disponibiliza essas funcionalidades.

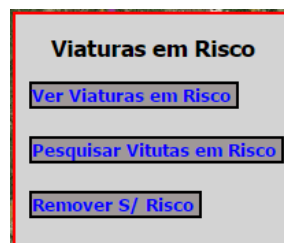


Figura 58 - Funcionalidade Viaturas em Risco.

A aplicação está constantemente a verificar se existem viaturas em risco. Este alerta é emitido pela aplicação móvel presente em cada viatura, quando o utilizador clica em emitir SOS, executando uma *query* a alterar a situação de risco na tabela das viaturas para “SIM”. Será mostrada de imediato uma mensagem, Figura 59, em simultâneo com um aviso sonoro para que rapidamente o Operador se aperceba da situação.

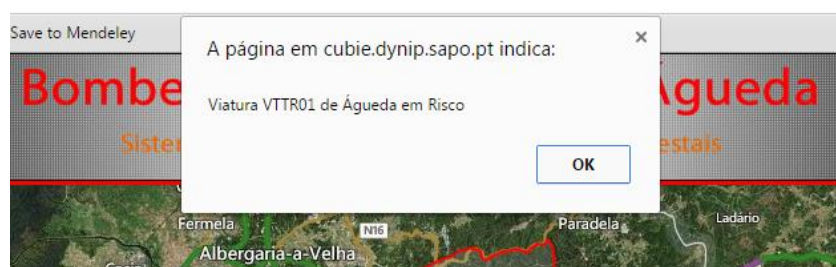


Figura 59 - Alerta Viatura em Risco.

Após o Operador se aperceber desta mensagem deve clicar em “OK”, e através das funcionalidades disponíveis pela aplicação deve clicar na opção “Ver Viatura Risco” presente na Figura 58, que fará um *zoom* para a local onde se encontra. Neste caso pode se ver a viatura VTTR01 de Águeda na imagem da Figura 60.



Figura 60 - Viatura em Risco.



Figura 61 - Viaturas com uma em Risco.

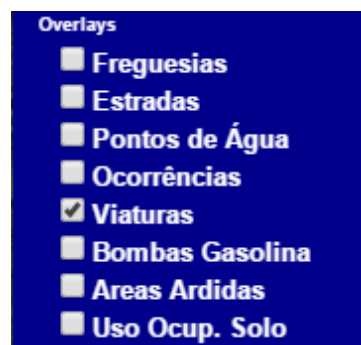


Figura 62 - Tema Viaturas Ativo.

Após uns segundos desaparecerá a imagem da viatura da Figura 60, nesse momento o Operador deve ativar o tema Viaturas Figura 62, desta forma aparecem todas as viaturas tendo a viatura em situação de risco, um ícone a preto como demonstra a Figura 61.

Através da funcionalidade “Pesquisar Viaturas em Risco” presente na Figura 58, o Operador pode ter acesso a dados alfanuméricos de todas as viaturas em situação de risco. A Figura 63 mostra essa informação.

Viaturas em Risco				
Ver Viaturas				
Sigla Viatura	Nome CB	Nº Homens	Status	
VTTR01	Águeda	2	Rescaldo	

Figura 63 - Pesquisa Viaturas em Risco.

Para finalizar as funcionalidades das viaturas em risco, o Operador, quando a situação de risco estiver resolvida, pode remover do sistema a situação da viatura em risco através da opção “Remover S/ Risco” presente na Figura 58. Quando O Operador clicar nessa funcionalidade, aparece um formulário que permite normalizar essa situação como mostra a Figura 64.

Normalizar Situação Risco	
VTTR01	Carregar
Sigla Viatura:	VTTR01
Nome Cb:	Águeda
Risco:	SIM
Alterar	Cancelar

Figura 64 - Normalizar Situação de Risco.

Ao ser carregado o formulário para remover a situação de risco, é executada uma *query* à tabela viaturas, em que são mostradas todas as viaturas em situação de risco numa caixa de seleção.

O Operador deve selecionar a viatura e através do botão “Carregar”, carregando a informação para o formulário. Só é possível alterar a situação de risco neste formulário. O operador deve selecionar a opção “Não”. Depois de alterar a situação de risco, deve clicar no botão “Alterar”, logo aparecerá uma mensagem de alerta a informar “Alterado”. Pode ainda cancelar através do botão “Cancelar”, que irá limpar todos os campos do formulário.

Funcionalidade Consultas

O Operador de Central/Posto de Comando também tem ao seu dispor consultas de dados alfanuméricos. Estas consultas apenas contemplam as ocorrências. A Figura 65 mostra as consultas alfanuméricas que a aplicação permite. O ícone que dá acesso a este tipo de consultas, é o duma folha de papel presente na imagem da Figura 40.

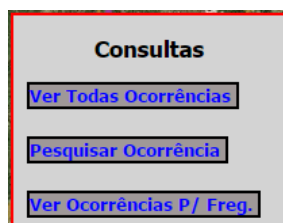


Figura 65 - Funcionalidade Consultas.

Quando o Operador clica na expressão “Ver Todas as Ocorrências”, aparece o painel “Visualizar Ocorrência” onde se pode observar o botão “Ver Ocorrência”. Quando o Operador clicar nesse botão, é executada uma *query* à tabela ocorrências, presente na base de dados, retornando todos os dados alfanuméricos, de todas as ocorrências existentes até à data, a Figura 66 mostra o resultado retornado.

Visualizar Ocorrência				
Ver Ocorrência				
Designação	Data Início	Estado	Ponto de Situação	Cdos
Fogo Florestal na Falgarosa	2015-04-27	Ativo	Fogo nascente	258369
Teste	2015-03-30	Extinto	Teste	555555
Fogo Florestal em Águeda	2015-03-20	Rescaldo	Fogo com uma frente	3333333
Fogo Florestal em Povinha - Agadão	2015-04-09	Extinto	Fogo ativo com uma frente	123654254
Fogo Florestal em Falgoselhe	2015-09-11	Dominado	Fogo nascente	456789123
Fogo Florestal em Águeda2	2015-03-20	Dominado	Trabalhos de rescaldo	44444444

Figura 66 - Consulta Ocorrências.

Também é possível o Operador pesquisar uma determinada ocorrência através da funcionalidade “Pesquisar Ocorrência”. Para isso, basta ter o conhecimento da data em que aconteceu essa determinada ocorrência. A Figura 67 mostra o formulário que permite fazer este tipo de consulta. Caso o Operador saiba em que data uma determinada ocorrência aconteceu, escreve essa data no campo “Data” e ao clicar no botão “Filtrar Designação” são retornadas todas as designações de ocorrências dessa mesma data.

Designação	Data Inicio	Estado	Ponto de Situação	Cdos
Fogo Florestal em Falgoselhe	2015-09-11	Dominado	Fogo nascente	456789123

Figura 67 - Consulta Ocorrência Data.

Depois o Operador deve selecionar a designação da ocorrência que pretende visualizar. Para ver a ocorrência deve clicar no botão “Ver Ocorrência”, fazendo aparecer todos os dados alfanuméricos guardados na base de dados como se pode observar na Figura 67.

A última funcionalidade sobre consultas de dados alfanuméricos é “Ver Ocorrência p/ Freg”, ou seja ver ocorrências por freguesia. Caso o Operador pretenda ver todas as ocorrências de uma determina freguesia do concelho, esta funcionalidade permite isso mesmo. A Figura 68 mostra o formulário que permite fazer esse tipo de consulta.

Designação	Data Inicio	Estado	Ponto de Situação	Cdos
Fogo Florestal na Falgarosa	2015-04-27	Ativo	Fogo nascente	258369
Teste	2015-03-30	Extinto	Teste	555555
Fogo Florestal em Povinha - Agadão	2015-04-09	Extinto	Fogo ativo com uma frente	123654254
Fogo Florestal em Falgoselhe	2015-09-11	Dominado	Fogo nascente	456789123

Figura 68 - Consulta Ocorrência Freguesia.

Quando o Operador clicar na funcionalidade Ver Ocorrência p/ Freg.” Presente na imagem da Figura 65, aparece o formulário da Figura 68, e ao mesmo tempo aparece uma caixa de seleção com o resultado de uma consulta com os nomes das freguesias do conselho de Águeda.

Nessa caixa de seleção o Operador deve selecionar o nome da freguesia, onde pretende saber que ocorrências de fogo florestal existiram, quando este clicar no botão “Ver Ocorrência” são retornadas os dados alfanuméricos das ocorrências da freguesia selecionada. Este resultado é proveniente de uma consulta que verifica se um determinado ponto se encontra dentro de um determinado polígono. A imagem da Figura 68 mostra as ocorrências na união de freguesias de Belazaima do chão, Castanheira do Vouga e Agadão.

Funcionalidade Consultas Espaciais

A aplicação também disponibiliza a funcionalidade “Consultas Espaciais” presente na Figura 69. O ícone que dá acesso às consultas espaciais, é o ícone do globo presente na Figura 40. Ao contrário da consulta da funcionalidade anterior, este tipo de consulta retorna a localização geográfica, e não dados alfanuméricos.

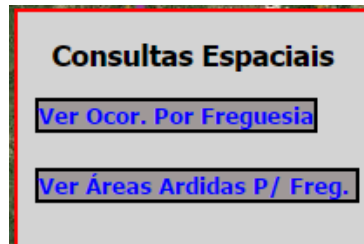


Figura 69 - Funcionalidade Consultas Espaciais.

Os dois tipos de consultas espaciais funcionam da mesma maneira. A única diferença é que uma retorna pontos das ocorrências, enquanto que a outra retorna polígonos das áreas ardidas. Quando o Operador clicar na funcionalidade “Ver Ocor. Por Freguesia” presente na imagem da Figura 69, aparecerá o painel da imagem da Figura 70, que permite ao Operador selecionar numa caixa de seleção, a freguesia onde pretende pesquisar as ocorrências.

Quando o operador clicar no botão “Filtrar”, presente no mesmo painel, é executado uma *query* à base de dados que retorna uma nova tabela, com os pontos das ocorrências que estão dentro do polígono geográfico da freguesia selecionada. De seguida é criado e adicionado ao mapa o *layer* “Ocorrências Freg.”, com os pontos retornados pela consulta como mostra a imagem da Figura 71. Por fim o resultado pode ser visto em cima do mapa de base que a aplicação disponibiliza. A Figura 72 mostra esse resultado, os pontos a cor verde.

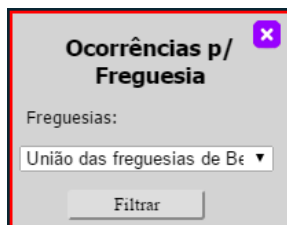


Figura 70 - Ocorrências Freguesia.

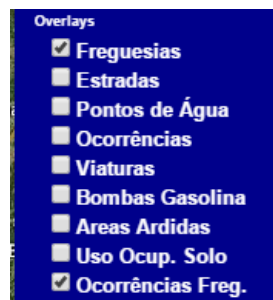


Figura 71 – Layer Ocorrências Freguesia

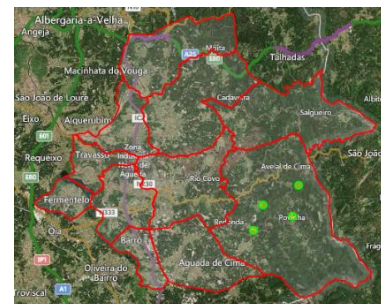


Figura 72 - Resultado Consulta Ocorrências Freguesia.

Quando o Operador clicar na funcionalidade “Ver Áreas Ardidas P/ Por Freguesia”, presente na imagem da Figura 69, aparecerá o painel da imagem da Figura 73 que permite ao Operador selecionar numa caixa de seleção, a freguesia onde pretende pesquisar as áreas ardidas.

Quando o operador clicar no botão “Filtrar”, presente no mesmo painel, é executado uma *query* à base de dados que retorna uma nova tabela com os polígonos das áreas que estão dentro do polígono geográfico da freguesia selecionada. De seguida é criado e adicionado ao mapa o *layer* “Áreas Freg.”, com os polígonos selecionados pela consulta como mostra a imagem da Figura 74. Por fim o resultado poderá ser visto sobre o mapa de base que a aplicação disponibiliza, a Figura 75 mostra esse resultado.

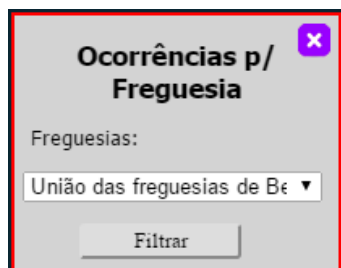


Figura 73 - Ocorrências Freguesias.

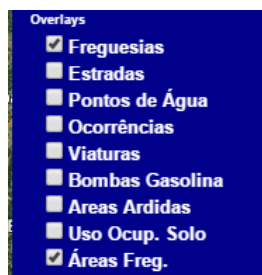


Figura 74 – Layer Áreas Freguesia.

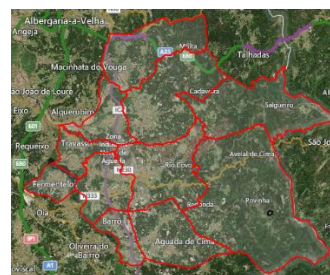


Figura 75 - Resultado Consulta Ocorrências Freguesias.

À semelhança dos dois tipos de consultas espaciais, o *layer* criado com o resultado das consultas pode ser apagado, a imagem de um X roxo que está presente no painel da Figura 70, e da Figura 73, permite ao Operador remover esses layers.

4.4.3 Perfil de GNR

A aplicação disponibiliza um perfil para os Agentes da GNR, o objetivo deste é permitir inserirem no sistema áreas ardidas, visto que é da sua responsabilidade fazer o seu levantamento em termos de estatísticas nacionais.

Um Agente da GNR de Águeda para aceder ao sistema terá que previamente requerer os dados de acesso junto do Administrador do sistema, ou seja, endereço de acesso, *login* e *password*.

O ambiente gráfico do perfil de GNR presente na imagem da Figura 76, é semelhante ao perfil de Operador, mas com menos funcionalidades e dados disponíveis.



Figura 76 - Ambiente Gráfico Perfil GNR.

A Figura 77 apresenta o menu, com os quatro temas de base “Base Layer” à semelhança dos do perfil de Operador, e ainda dois temas com informação Geográfica “Overlays”.



Figura 77 - Menu Openlayers Perfil GNR.

No caso dos temas geográficos, por defeito, a aplicação mostra o polígono das freguesias do concelho de Águeda. O objetivo deste tema é ajudar o utilizador a melhor situar a informação dos restantes temas geográficos. O tema “Áreas Ardidas” é o tema que disponibiliza todos os polígonos das áreas ardidas inseridos na base de dados do sistema.

A imagem da Figura 78 mostra três polígonos, a cor preta, de áreas ardidas já inseridas no sistema pela funcionalidade disponível pelo perfil de GNR. Como se pode observar o tema “Freguesias”, permite que facilmente o utilizador consiga pelo menos perceber a que freguesia o polígono de uma determinada área pertence.

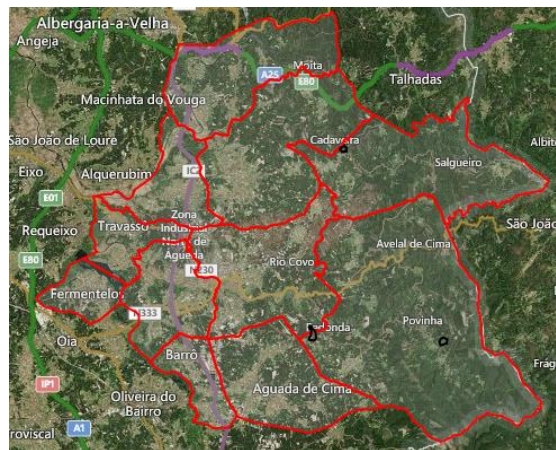


Figura 78 - Temas Freguesias e Áreas Ardidas.

O perfil de GNR só disponibiliza uma funcionalidade: a gestão de áreas ardidas. A roda dentada que aparece centrada no fundo do ecrã, como se pode observar na imagem da Figura 79, dá acesso à única funcionalidade deste perfil.



Figura 79 - Menu de funcionalidades do perfil de GNR.

Quando o utilizador clica em cima da referida roda dentada, aparecerá um ícone com uma chama. Esse clique faz aparecer o painel “Gerir Áreas”, presente na Figura 80, que permite ter acesso à funcionalidade de “Criar Área”, e “Editar Área”.



Figura 80 - Funcionalidade Gerir Áreas.

Para o utilizador criar uma área ardida, terá que ter consigo o ficheiro em formato GPX, proveniente do levantamento feito da área, e saber o número de CDOS da ocorrência de fogo florestal a que corresponde a área levantada. Este trabalho é feito numa fase posterior à data da ocorrência.

Quando o utilizador clica na funcionalidade "Criar área", aparece o formulário presente na imagem da Figura 81. Neste momento terá que ter no computador o ficheiro do levantamento, o ficheiro tem que ser enviado para o servidor onde está alojada a aplicação, para que uma rotina criada para o efeito consiga obter as coordenadas do polígono enviado.

Caso o utilizador tente enviar para o servidor ficheiros com extensão diferente de ".gpx", será dada uma mensagem de "Erro. Upload de ficheiro .gpx", dada pelo *plugin* "file upload parser", utilizado para fazer o *upload* dos ficheiros dos levantamento para o servidor.

 A imagem mostra um formulário web intitulado "Criar Área Ardida". O formulário contém vários campos de entrada: "CDOS:" com o valor "123456789", "Data Levantamento:" com "2018-08-20", "Responsável:" com "Filipe Carvalho", "Modo Levantamento:" com "GPS", "Área:" com "10000", "Observações:" com "Área sem ilhas" e "Geom:" com uma longa string de coordenadas WKT. À direita, há uma seção amarela com o texto "fogoTeste.gpx Upload completo". No topo direito, há um botão "Escolher ficheiro" com o nome do ficheiro "fogoTeste.gpx" e um botão "Enviar Ficheiro" com uma barra de progresso. No canto superior direito, há um botão de fechar vermelho com um "X". No rodapé do formulário, há dois botões: "Carregar Área" e "Guardar Área na BD".

Figura 81 - Funcionalidade Criar Área.

Para o utilizador fazer o *upload* de ficheiros para o servidor deve escolher o ficheiro através do botão "Escolher Ficheiro". Feita a escolha aparece a designação do ficheiro à frente desse mesmo botão. De seguida, para o utilizador enviar para o servidor o ficheiro, deve clicar no botão "Enviar Ficheiro". À frente do botão "Enviar Ficheiro" aparece uma barra de progresso, que em caso de *upload* de ficheiros grandes, mostra o progresso do *upload*. Quando o progresso do *upload* termina, é dada a mensagem "Upload completo". Se por algum motivo, não seja possível enviar o ficheiro, é mostrada uma mensagem com a expressão, "Upload falhou".

Após o ficheiro com o levantamento estar no servidor, o utilizador deve clicar no botão "Carregar Área". Este procedimento é necessário para que a aplicação crie e adicione ao mapa um novo *layer* com a Área criada, e ao mesmo tempo, através de uma função criada para o efeito, obtenha todas as coordenadas desse *layer*, crie o "WKT" do polígono da área a criar e o adicione no campo "Geom", como se pode observar no formulário da Figura 81.



Figura 82 - Layer Área Criada.

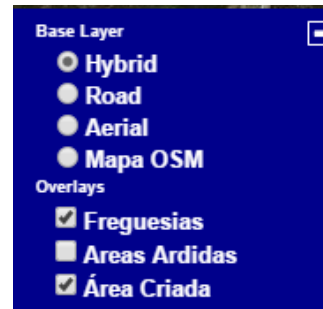


Figura 83 - Menu Openlayers com o novo Layer.

Este processo originou um novo *layer* de apoio no mapa, já com o polígono que será guardado na base de dados, como se mostra nas Figura 82 e Figura 83.

Para finalizar o processo de criar uma área ardida, que é um pouco complexo, o utilizador deve preencher os campos do formulário presente na Figura 81. Para finalizar o processo o utilizador deve clicar no botão “Guardar Área na BD”. Aparecendo uma mensagem de alerta com a expressão “Área Guardada”. Neste momento o *layer* auxiliar “Área Criada”, e o ficheiro enviado para o servidor, são apagados.

A imagem da Figura 84 e Figura 85, mostram o novo polígono adicionado à base de dados. Para se conseguir ver esta informação o *overlay* “Áreas Ardidas” tem que estar ativo.



Figura 84 - Polígono Adicionado.

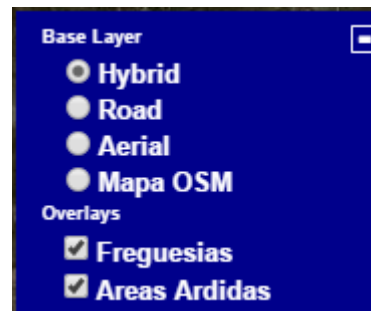


Figura 85 - Menu Openlayers com os Temas Ativos.

É possível o utilizador editar os dados alfanuméricos, de uma determinada área através da funcionalidade “Editar Área”, presente na imagem da Figura 80. A imagem da Figura 86, mostra esse formulário. Para isso terá que saber o número do CDOS correspondente à ocorrência a que a área pertence.

Editar Área Ardida
✕

CDOS:

Insira o Nº CDOS:

Data Levantamento:

Responsável:

Modo Levantamento:

Área:

Observações:

Geom:

Figura 86 - Formulário Editar Área Ardida.

Quando o utilizador inserir o número de CDOS no formulário, deve clicar no botão “Carregar Área”, sendo executada uma *query* à tabela das “Áreas Ardidas” que retorna todos os campos relativos ao número de CDOS inserido.

O utilizador pode alterar dados tais como Data de levantamento, Responsável, Modo de Levantamento, Área e por fim as Observações. Não é permitida a alteração do número de CDOS, porque esse número é atribuído pelo CDOS, e nunca mais pode ser alterado. No caso da geometria, não pode ser alterado devido a questões de programação da aplicação, ou seja, esta funcionalidade foi projetada assim.

4.5 Aplicação Móvel Terrestre

A aplicação móvel terrestre é um módulo desenvolvido para fazer parte do presente sistema e consiste numa aplicação para dispositivos móveis tendo como objetivo ser instalada em *smartphones*, para auxiliar as equipas de supressão de fogo, dos Bombeiros.

Antes do utilizador iniciar sessão, deve garantir que, tem o GPS, a rede *wireless*, ou internet móvel do dispositivo ativos.

A imagem da Figura 87, mostra o ambiente gráfico que permite fazer login na aplicação e aceder aos créditos da aplicação. Para aceder aos créditos o utilizador deve clicar na expressão “Créditos”, fazendo aparecer um painel com a informação dos créditos como apresenta a imagem da Figura 88. Para fazer login na aplicação o utilizador clica na expressão “Login”, que fará aparecer o formulário presente na imagem da Figura 89.

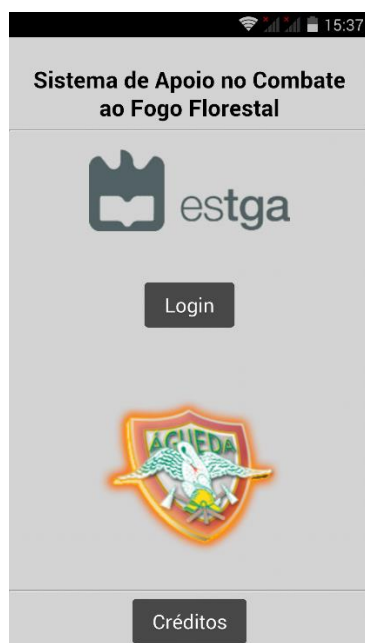


Figura 87 – Aplicação Móvel

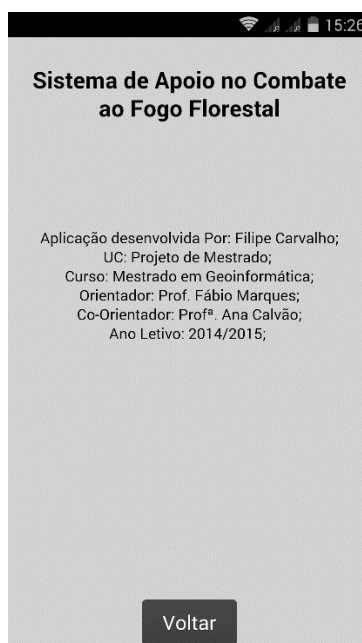


Figura 88 – Aplicação Móvel - Créditos.

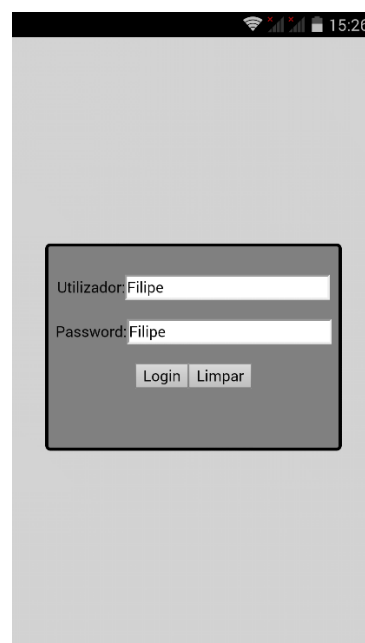


Figura 89 – Aplicação Móvel - Login.

Quando o utilizador inserir os seus dados de acesso, inicia sessão, clicando na expressão “Login”, presente na imagem da Figura 89. Caso os dados de acesso não existam, é dada uma

mensagem de alerta, a informar o utilizador que aquele Utilizador não existe. No caso dos dados serem validados com sucesso, será mostrado um novo painel com o formulário, que permite inserir os dados e aceder às funcionalidades disponíveis na aplicação. A Figura 90 mostra o ambiente gráfico desse painel.

Figura 90- Aplicação Móvel - Painel Principal.

Figura 91 - Aplicação Móvel - Alerta Localização.

Figura 92 - Aplicação Móvel - Sessão Iniciada.

Assim que é carregado o painel da imagem da Figura 90, é executada uma *query* à base de dados que retorna todas as datas das ocorrências por extinguir. Essas datas são apresentadas numa caixa de seleção, que permite o utilizador seleccionar a data da ocorrência da sua missão.

Quando o utilizador seleccionar a data da ocorrência na caixa de seleção, é chamada uma função que executa uma nova *query* à base de dados, que retorna as designações das ocorrências com ignição nessa data. Tais designações são apresentadas também numa caixa de seleção, para que o utilizador selecione a designação correspondente. Desta forma o Utilizador seleccionou a ocorrência da sua missão.

De seguida o utilizador tem que inserir os “Dados Viatura”, Sigla Viatura, Nome CB, Numero Homens e Status. Os *status* aparecem numa caixa de seleção e são cinco:

Em trânsito – Quando a viatura se está a deslocar para o teatro de Operações;

No TO – A viatura já se encontra no teatro de operações, mas sem missão atribuída;

Em Combate – Estão a efetuar manobras de supressão de fogo;

Em Rescaldo – Estão a ser executados trabalhos de rescaldo;

Em Vigilância – A viatura está no teatro de operações de prevenção e em vigilância ativa.

O utilizador deve ter sempre o Status selecionado na aplicação que corresponde ao que a viatura está a fazer.

Toda a informação que a aplicação permite inserir, é de extrema importância por se tratar de informação que vai ser enviada para o servidor, ficando disponível para as entidades presentes na central ou posto de comando.

Depois do utilizador ter selecionado a ocorrência e inserido os dados da viatura, pode iniciar a aplicação. Para isso o utilizador deve clicar no botão “Iniciar”, presente na imagem da Figura 90. Ao clicar no botão “Iniciar”, é mostrada ao utilizador uma mensagem a questionar o utilizador se pretende publicar a sua localização por questões de segurança. A Figura 91 mostra essa mensagem, o utilizador deve dizer que sim, permitindo que a aplicação obtenha a sua localização, caso o utilizador não permita a aplicação continua sem ação.

Após a aplicação ter obtido a localização, é inserida uma nova viatura na tabela viaturas existente na base de dados com a localização e todos os dados do ponto “Dados Viatura”.

Simultaneamente, a aplicação obtém da base de dados os “Dados Ocorrência”, ou seja, o estado da ocorrência e o ponto de situação, Figura 92.

A aplicação atualiza a localização da viatura, o *status*, e o ponto de situação da ocorrência de trinta em trinta segundos.

A aplicação disponibiliza uma funcionalidade, que consoante o estado da ocorrência altera o fundo das caixas de texto da informação “Estado Ocorrência” e “Ponto de situação”. Como se pode observar na imagem da Figura 92, existem quatro cores:

Vermelho – Ocorrência ativa; Amarelo – Ocorrência dominada;	Verde – Ocorrência em rescado; Azul – Ocorrência extinta;
--	--

A aplicação disponibiliza uma funcionalidade que permite enviar um pedido de SOS, através do botão com a expressão “SOS”, presente na Figura 90. Este permite que o utilizador em caso de risco, desperte um alerta que altera na tabela viaturas, da base de dados, o campo “Risco” para “SIM”. Nesse momento é dada uma mensagem de alerta a questionar o utilizador se pretende mesmo emitir o alerta, como mostra a Figura 93. No caso de o utilizador clicar na opção “SIM”, é dada uma mensagem de alerta a informar “SOS Enviado” como mostra a Figura 94. Posteriormente o utilizador deve clicar em “OK”, para que os fundos dos títulos do painel fiquem cor de laranja como é possível ver na Figura 95, e seja emitido um som sonoro.

Como já foi visto a aplicação WebSig possui uma função que está constantemente a ver se existem viaturas em risco. De seguida a aplicação WebSig executa todo o processo anteriormente explicado.

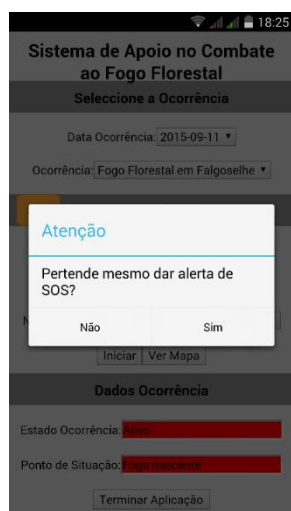


Figura 93 - Aplicação Móvel - Alerta SOS.



Figura 94 - Aplicação Móvel - SOS Enviado.



Figura 95 - Aplicação Móvel - Ambiente de SOS.

Quando a situação de risco for resolvida, e o operador de central, ou posto de comando alterar na base de dados, a situação de risco para “Não”, a aplicação móvel automaticamente volta a colocar o fundo dos títulos na cor normal.

No botão “Ver Mapa”, apresenta na imagem da Figura 95, o utilizador pode aceder ao mapa, e a diversa informação geográfica de extrema importância no contexto do teatro de operações. É possível observar essa informação na imagem da Figura 96.

À semelhança da aplicação WebSig, a aplicação móvel terrestre também disponibiliza um menu que permite seleccionar os mapas de base “Base Layer”, e os temas “Overlay”. O Funcionamento deste menu é igual ao da aplicação WebSig. Esta aplicação também disponibiliza quatro mapas de base, os mesmo que a aplicação WebSig, e ainda quatro temas de informação geográfica, Freguesias, Água, Viaturas, e Estradas:

- **Freguesias** – Tema dos Polígonos das Freguesias;
- **Água** – Tema dos pontos de Abastecimento por Categorias;
- **Viaturas** – Tema das Viaturas da mesma Ocorrência;
- **Estradas** – Tema da rede de Estradas e Caminhos Florestais.

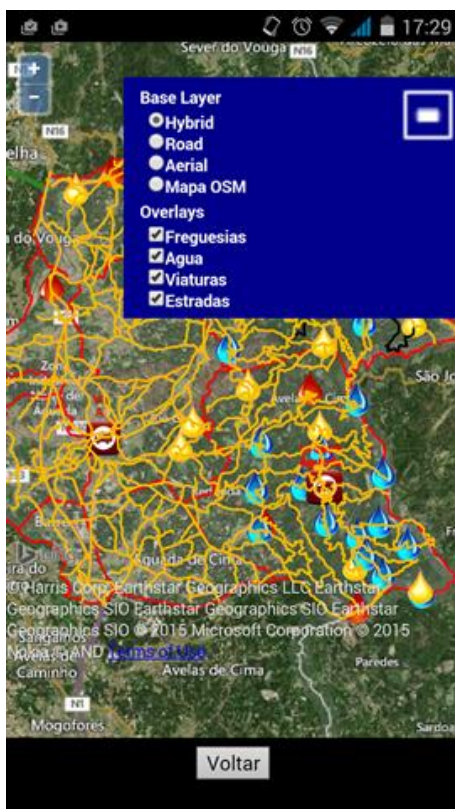


Figura 96 – Aplicação Móvel - Mapa.

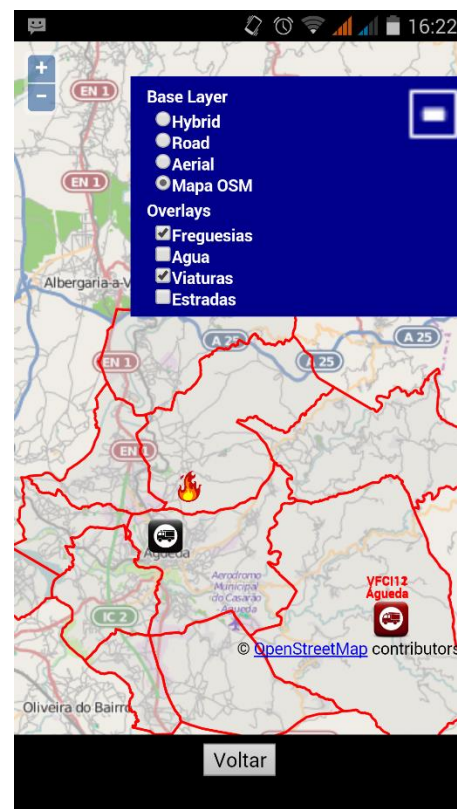


Figura 97 – Aplicação Móvel - Localização da Viatura.

O tema “Freguesias”, serve para o utilizador melhor localizar a informação geográfica dos restantes temas, e também para se conseguir situar melhor, a sua localização aparece sempre com ícone de um carro a preto, como se pode ver na Figura 97.

Os pontos do tema “Água” estão divididos em três cores, as gotas azuis indicam os pontos de abastecimentos terrestre, as gotas de cor amarela, indicam a localização dos pontos de

abastecimento misto, por fim as gotas com cor vermelha, indicam a localização dos pontos de abastecimento aéreo. Na maioria das vezes todos os pontos, sejam mistos, ou aéreos tem condições para os meios terrestres abastecerem, no entanto foi preferido fazer esta distinção entre eles.

O tema “Estradas” possui todas as estradas e estradões florestais registados pela Câmara municipal, bem como o atual estado de circulação, “INOP” ou “Operacional”. As vias em situação Operacional, aparecem a cor amarela, as vias em situação “INOP”, aparecem representadas com a cor preta, é possível ver esta informação na Figura 96.

Caso o utilizador pretenda ver as viaturas que também estão na mesma ocorrência, pode ativar o tema “Viaturas”, que permite ver a localização, e a sigla de cada viatura. O objetivo desta funcionalidade, é que o utilizador olhando para a sua própria localização, e vendo as restantes viaturas em cima do mapa em seu redor, e as suas siglas, em qualquer tipo de situação, possa rapidamente entrar em contato com essas viaturas, por exemplo, para pedir ajuda. A sua localização aparece com um ícone de uma viatura preta, como mostra a imagem da Figura 97.

Quando a aplicação é iniciada, também obtém a coordenada da localização da ocorrência, esta, caso exista na base de dados, aparece sempre em cima do mapa com um ícone de uma chama, é possível ver essa localização na imagem da Figura 97. Caso esta localização não exista, a aplicação começa a verificar quando o “Status” passa para “Em Combate”, quando esta questão se verificar, uma função obtém a localização, e insere a coordenada na base de dados, no campo “Geom”, da tabela “Ocorrências”.

Para terminar a aplicação o utilizador deve clicar no botão “Terminar Aplicação”, esta volta a apresentar o painel inicial.

4.6 Aplicação Móvel Aérea

A aplicação móvel aérea, é um módulo desenvolvido direcionado para fazer parte do presente sistema, consiste numa aplicação para dispositivos móveis, e tem como objetivo ser instalada em *tablets* para auxiliar o piloto do meio aéreo, sediado no verão, no aeródromo do Casarão em Águeda, nas manobras de supressão de fogos de primeira intervenção, no concelho.

Antes do utilizador iniciar sessão, deve garantir que tem a rede *wireless* ativa, ou internet móvel, e o GPS do dispositivo.

O ambiente gráfico presente na imagem da Figura 98, permite fazer login na aplicação e aceder aos créditos da aplicação, para aceder aos créditos o utilizador deve clicar na expressão “Créditos”, aparecerá um painel com a informação dos créditos, como apresenta a imagem da Figura 99.

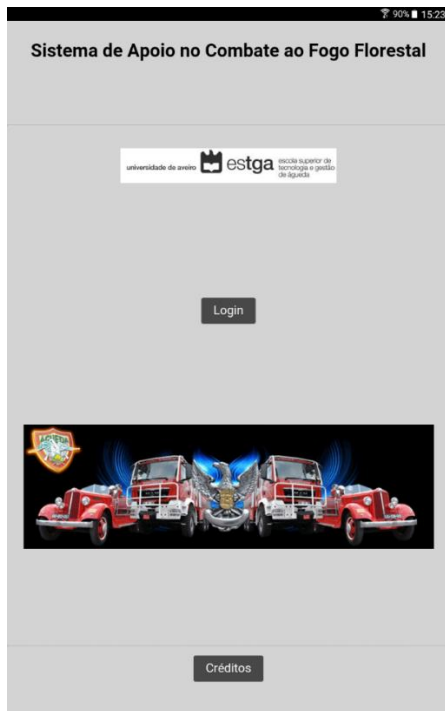


Figura 98 - Aplicação Móvel para meios Aéreos.

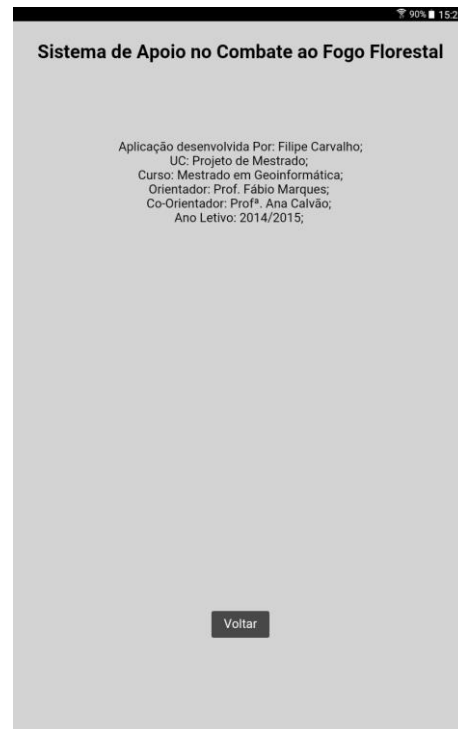


Figura 99 - Aplicação Aérea - Créditos.

Para fazer login na aplicação, o utilizador clica na expressão “Login”, que fará aparecer o formulário presente na imagem da Figura 100.

Quando o utilizador inserir os seus dados de acesso, inicia sessão, clicando na expressão “Login”, presente na imagem da Figura 100. Caso os dados de acesso não existam, é dada uma mensagem de alerta, a informar o utilizador que aquele Utilizador não existe. No caso dos dados serem validados com sucesso, será mostrado um novo painel com o formulário que permite inserir os dados, e aceder às funcionalidades disponíveis na aplicação. A Figura 101 mostra o ambiente gráfico desse painel.

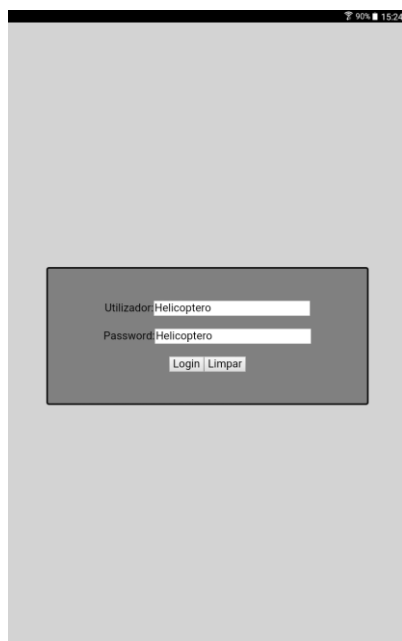


Figura 100 - Aplicação Aérea - Login.

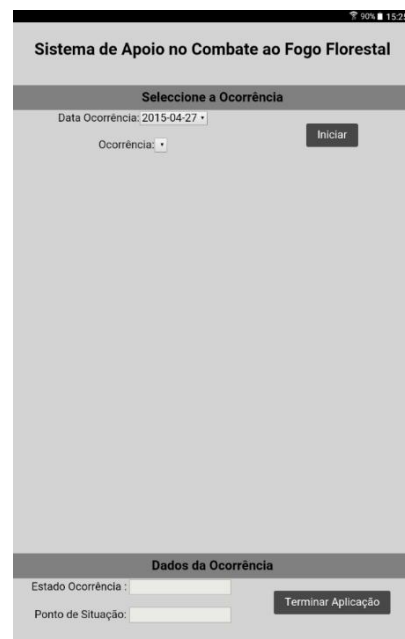


Figura 101 - Aplicação Aérea - Painel Principal.

Assim que é carregado o painel da imagem da Figura 101, é executada uma *query* à base de dados, que retorna todas as datas das ocorrências por extinguir, essas datas são apresentadas numa caixa de seleção, que permite o utilizador seleccionar, a data da ocorrência da sua missão. Quando o utilizador seleccionar a data da ocorrência na caixa de seleção, é executada uma função, que executa uma nova *query* à base de dados que retorna as designações das ocorrências com ignição nessa data, essas designações são apresentadas também numa caixa de seleção, para que o utilizador selecione a designação correspondente. Desta forma o Utilizador seleccionou a ocorrência da sua missão.

Para o utilizador iniciar sessão, tem que clicar no botão “Iniciar”, presente na imagem da Figura 102, à semelhança com a aplicação móvel terrestre, também é apresentada uma mensagem de alerta, com a informação “Pretende Publicar a sua localização”, o utilizador deve dizer que sim, neste momento a sessão é iniciada como mostra a imagem da Figura 102.

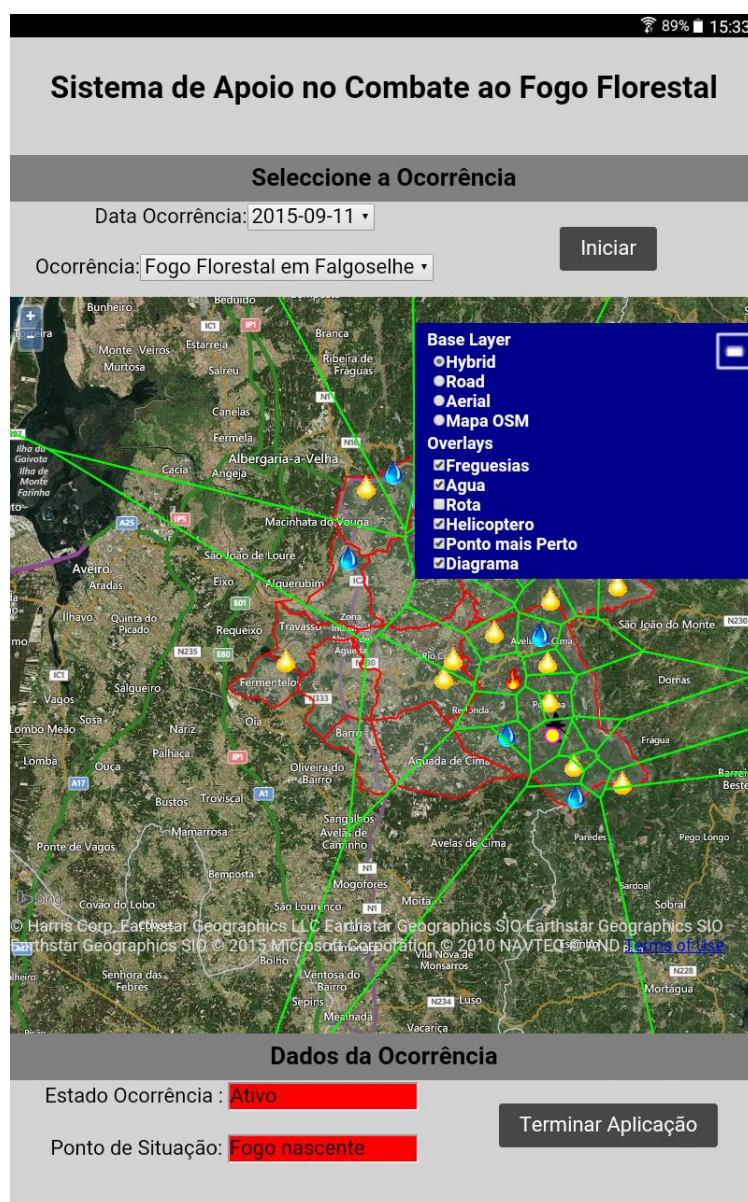


Figura 102 - Aplicação Aérea – Sessão Iniciada.

Ao iniciar a aplicação, esta obtém a sua localização, caso não consiga, é mostrada uma mensagem de alerta, com a informação “Impossível Obter Localização”. Após ter conseguido

obter a localização, a aplicação carrega diversa informação geográfica, bem como o Ponto de situação da ocorrência.

À semelhança com as outras aplicações deste sistema, esta também disponibiliza um menu, através da biblioteca geográfica *openlayers*, como mostra a Figura 102. Este menu disponibiliza quatro mapas de base “Base Layers”, e seis temas de informação geográfica “Overlays”.

O tema “Freguesias”, serve para o utilizador melhor localizar a informação geográficas dos restantes temas, e também para se conseguir situar melhor, a sua localização aparece sempre com ícone de um helicóptero a preto, como se pode ver na Figura 102.

O tema “Água”, possui todos os pontos de Água com condições para que os meios aéreos abasteçam, neste caso, estes estão divididos em duas cores, as gotas azuis indicam os pontos de abastecimentos aéreos, e as gotas de cor amarela, indicam a localização dos pontos de abastecimento misto.

É possível ver a rota que o helicóptero faz, o tema “Rota” mostra as localizações deste meio, quando a aplicação obtém a localização, insere neste tema essa mesma localização. Por defeito este *layer* está desativado.

A localização do helicóptero aparece no tema “Helicóptero”, esta localização é representada com um ícone de um helicóptero preto.

A aplicação disponibiliza a funcionalidade, que segundo a sua localização, verifica qual é o ponto de abastecimento mais próximo. O *layer* “Ponto mais perto”, disponibiliza esse ponto. Normalmente os pilotos dos meios aéreos não conhecem a área de atuação, desconhecendo os pontos de abastecimentos e as suas localizações. Nas manobras de primeira intervenção, é fundamental que o meio aéreo consiga fazer o máximo de descargas, no menor tempo possível, desta forma esta aplicação disponibiliza ao piloto do meio aéreo, os pontos de abastecimentos com condições para o seu abastecimento no *layer* “Água”, e ainda com o *layer* “Ponto Mais Perto” o ponto mais perto da sua localização.

Por fim é ainda disponibilizado o *layer* “Diagrama”, este *layer* contem o diagrama de Voronoi, criado a partir de um algoritmo com os pontos de abastecimento. O objetivo deste diagrama é, ajudar no cálculo do ponto de abastecimento mais perto, primeiro uma função verifica em qual polígono o helicóptero está dentro, de seguida verifica qual é o ponto de abastecimento que está dentro desse polígono, esse é o ponto mais próximo para abastecimento.

A aplicação também disponibiliza a funcionalidade de estar constantemente a verificar se existem viaturas em risco, na mesma ocorrência da sua missão. De cinco em cinco segundos a aplicação verifica se na tabela viaturas existem viaturas em risco, que estejam na mesma ocorrência, esta à semelhança da aplicação WebSig, mostra uma mensagem de alerta, a informar a sigla da viatura, e o nome do corpo de bombeiros, e emite um som sonoro. Quando o utilizador clicar em “OK”, a aplicação faz *pan* e *zoom* para a localização da viatura em risco, esta viatura aparece com um ícone de uma viatura a preto.

O objetivo é, que em situações de risco, ou acidentes, o COPAR peça ao piloto do meio aéreo, para fazer descargas por cima da viatura em perigo para tentar ajudar. Desta forma a aplicação já indicou qual é a viatura, e a sua localização para que possa existir um auxílio mais rápido por parte do meio aéreo.

Para o utilizador terminar sessão, basta clicar no botão “Terminar Aplicação” presente no painel principal. A aplicação pergunta se pretende mesmo sair através de uma mensagem de alerta. Caso o utilizador pretender mesmo terminar a aplicação, deve clicar em “Sim”.

4.7 Simulador Farsite

No presente trabalho foi desenvolvido um projeto no Software de simulação de fogo Farsite, o objetivo deste é proporcionar cenários antecipados em situações de fogo, e disponibilizar os dados de saída para visualização no sistema desenvolvido. Desta forma os resultados de Output provenientes da simulação de uma dada ocorrência, em formato *shapefile*, irão entrar no sistema como dados de *input*. O objetivo é visualizar o polígono da área ardida simulada, em cima de um mapa de base na aplicação WebSig.

Numa primeira fase é necessário adquirir e tratar toda a informação de entrada obrigatória no Farsite. Os dados geográficos foram disponibilizados pela Câmara municipal de Águeda em formato *shapefile*, tendo sido depois tratados corretamente para se obter os cinco ficheiros de *input* para criar a *Landscape*: Altimetria, Exposições, Declives, Modelos de combustível e a Cobertura de Copas. A Figura 103, Figura 104, Figura 105, Figura 106, Figura 107 mostram esses temas.

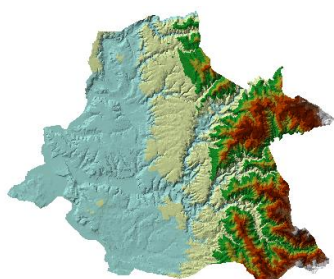


Figura 103 - Tin Águeda.

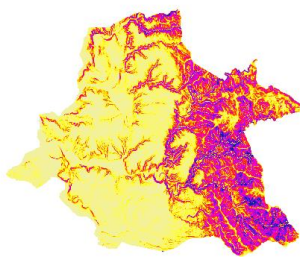


Figura 104 - Declives Águeda.

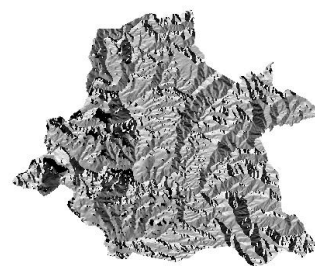


Figura 105 - Aspeto Águeda.

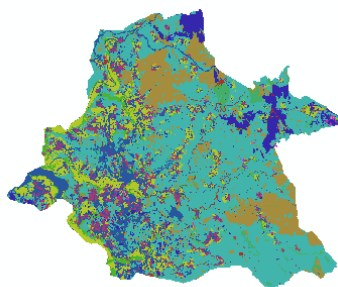


Figura 106 - Modelo Combustível.

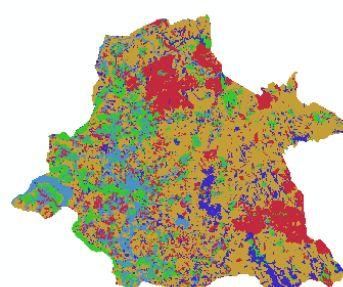
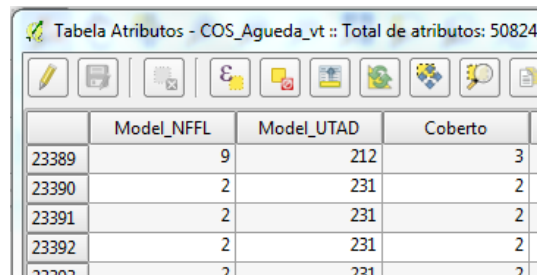


Figura 107 - Percentagem Coberto.

O tema “Tin Águeda”, “Declives Águeda” e “Aspeto Águeda” foram obtidos através de uma TIN de altimetria do concelho de Águeda. Todos estes temas tem que estar em formato *raster*.

O tema “COS_Agueda_vt” presente na Figura 108, deu origem ao tema “Modelo Combustível” e ao tema “Percentagem Coberto” a partir dos campos “Model_UTAD” e “Coberto”.

Todos os cinco temas usados para gerar a *Landscape* foram gerados com um tamanho de célula de 30 por 30 metros. Para os temas serem aceites como input no Farsite têm que estar todos no mesmo sistema de coordenadas. O sistema de Coordenadas usado foi o *ETRS89_Portugal_TM06*. Por fim estes cinco temas têm que ser convertidos para Ficheiros ASCII.



	Model_NFFL	Model_UTAD	Coberto
23389	9	212	3
23390	2	231	2
23391	2	231	2
23392	2	231	2
23393	2	231	2

Figura 108 - Tabela de Atributos tema "COS_Agueda_vt".

Quando se começa a utilizar o Farsite, o utilizador deve criar uma estrutura de pastas de modo a gerir todo o projeto de simulação. Uma vez que são utilizados dados de vários tipos, é uma boa politica criar pastas de inputs para cada tipo de ficheiro e pastas de output, para os ficheiros de saída. A Figura 109 mostra a estrutura de pastas criada para proporcionar uma melhor gestão dos dados de entrada e saída do Farsite.

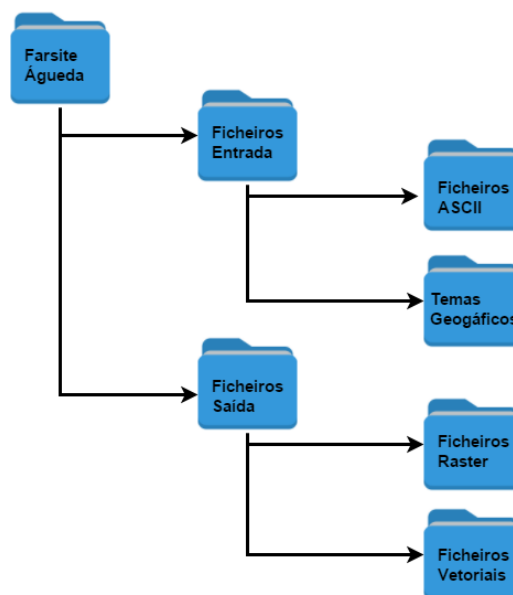


Figura 109 - Estrutura Projeto Farsite.

Após terem sido criados os cinco ficheiros obrigatórios, o utilizador deve criar a estrutura de pastas presente na Figura 109 e inserir esses mesmos ficheiros na pasta "ASCII Files".

Foi criada a *Landscape*, para isso foi utilizada a opção Input/Landscape Utilities/Generate Landscape File (.LCP), este procedimento fará aparecer o painel que permite criar uma *Landscape*. A Figura 110 mostra esse painel.

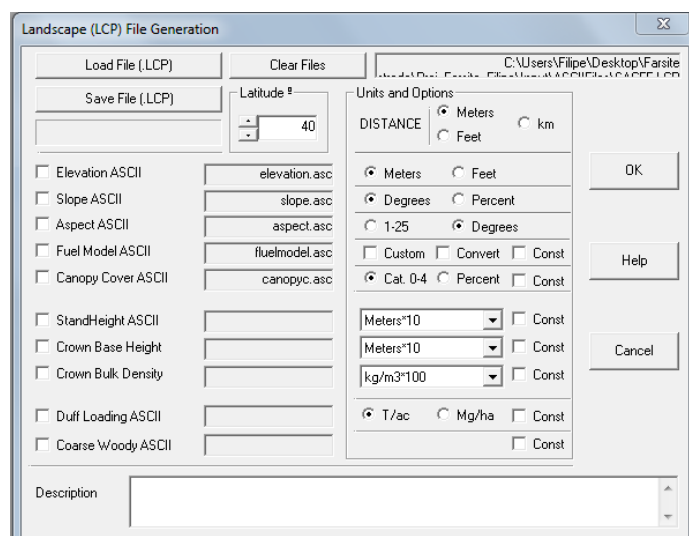


Figura 110 – Farsite - Ambiente Gráfico que permite gerar uma Landscape.

A Figura 110 mostra os ficheiros mencionados anteriormente já inseridos no formulário de criação da Landscape. Um dado obrigatório é a latitude em graus do lugar da ocorrência. Neste momento é possível guardar a Landscape para utilizar no projeto posteriormente. Foi guardada com o nome “SACFF.LCP” dentro da pasta do projeto.

O passo seguinte é criar o projeto, desta forma o utilizador dá o nome ao projeto e insere os restantes dados obrigatórios, são eles o ficheiro do tempo e o ficheiro dos ventos. O Utilizador deve ir à opção File/New Project(.FPJ), que fará aparecer o ambiente gráfico presente na Figura 111.

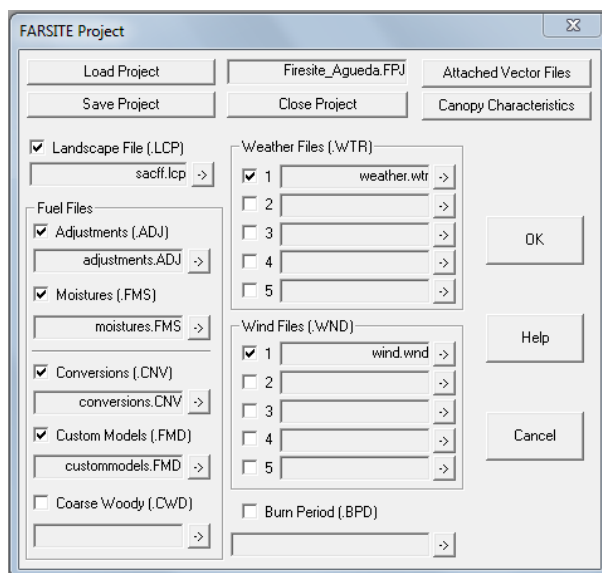


Figura 111 - Farsite - Ambiente Gráfico que permite criar um Projeto.

Os ficheiros referentes às condições meteorológicas, “Weather Files” e ao vento, “Wind Files”, têm que ser referentes de um dia completo (24 horas) antes do 1º dia de simulação e pelo menos mais um registo do dia seguinte ao último dia de simulação.

É necessário ter acesso a estações meteorológicas para adquirir os dados do tempo e dos ventos. No presente projeto são utilizados os dados do site <http://www.wunderground.com/> que disponibiliza gratuitamente o acesso aos dados das suas estações meteorológicas. São

utilizados os dados de uma estação meteorológica instalada na Freguesia de Fermentelos, do concelho de Águeda.

O ideal seria ter estações meteorológicas portáteis a recolher os dados instantaneamente no decorrer de uma ocorrência de fogo florestal, nas imediações da área afetada, recorrendo a este site só para obter os dados, até ao momento em que se instala a estação portátil no local e para aceder às previsões para o dia seguinte.

Para criar os ficheiros meteorológicos recorreu-se ao editor de ficheiros do próprio Farsite, Figura 112 e Figura 113. Caso o utilizador já tenha previamente criado os ficheiros recorrendo a outro editor de texto, pode fazer a procura e inseri-lo neste Software caso esteja criado de forma correta. Não existindo, o utilizador por cria-lo na hora recorrendo a esta forma.

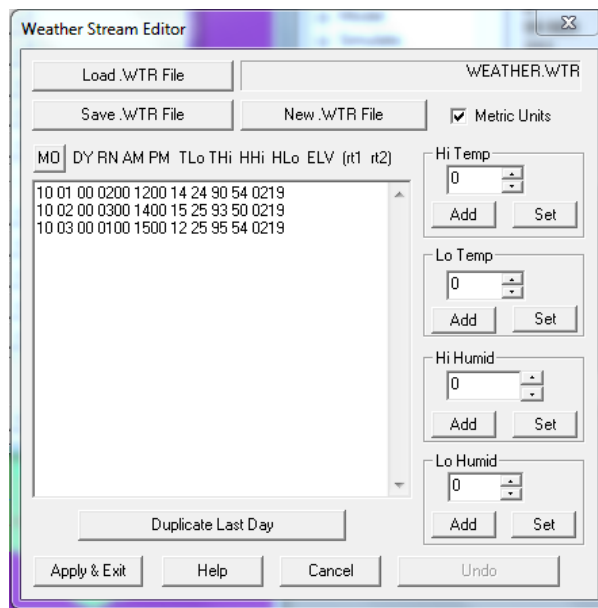


Figura 112 - Farsite - Exemplo de Ficheiro de Tempo.

Legenda Valores:

MO – Mês;
DY – Dia;
RN – Precipitação Total do Dia;
AM – Hora a que se verifica a temperatura mínima;
PM – Hora a que se verifica a temperatura máxima;
TLo – Temperatura mínima registada nesse dia;
THi – Temperatura máxima registada nesse dia;
HHi – Humidade máxima registada nesse dia;
HLo – Humidade mínima registada nesse dia;
ELV – Cota da estação Meteorológica;

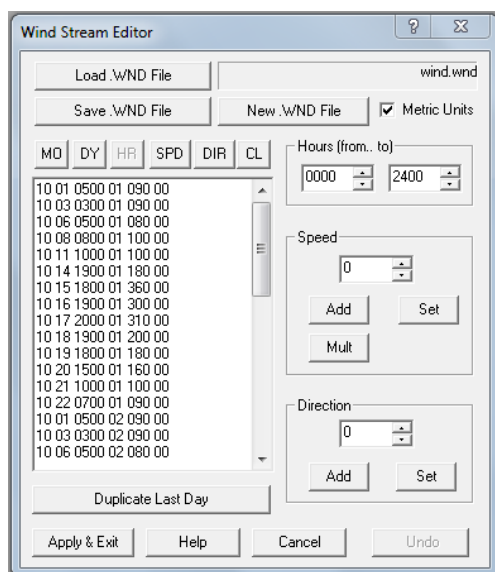


Figura 113 – Farsite – Exemplo de Ficheiro dos Ventos.

Legenda Valores:

MO – Mês;
DY – Dia;
HR – Hora;
SPD – Velocidade do Vento (Km/h);
DIR – Direção do Vento (Graus);
CL – Cobertura de Nuvens (%);

Implementação do Sistema

A estação meteorológica utilizada não é o ideal visto estar um pouco afastada da zona montanhosa do Concelho. No entanto, embora não esteja a ser utilizada, para uma maior fiabilidade dos dados, é possível utilizar também os dados da estação de Campia, que pertence ao concelho vizinho, ficando perto da fronteira do concelho de Águeda, junto à zona de Macieira de Alcoba. A Figura 114 mostra essas localizações.



Figura 114- Localização Geográfica das Estações Meteorológicas.

Inseridos todos os dados obrigatórios, tanto para a Landscape, como para o projeto, é possível guardar o projeto. Foi dado o nome “Farsite_Agueda” ao projeto criado no contexto do presente Sistema. Guardado o projeto dentro da pasta “ASCII Files”, da estrutura presente na Figura 109, é possível observar a Landscape com o modelo de combustível do concelho de Águeda na Figura 115.

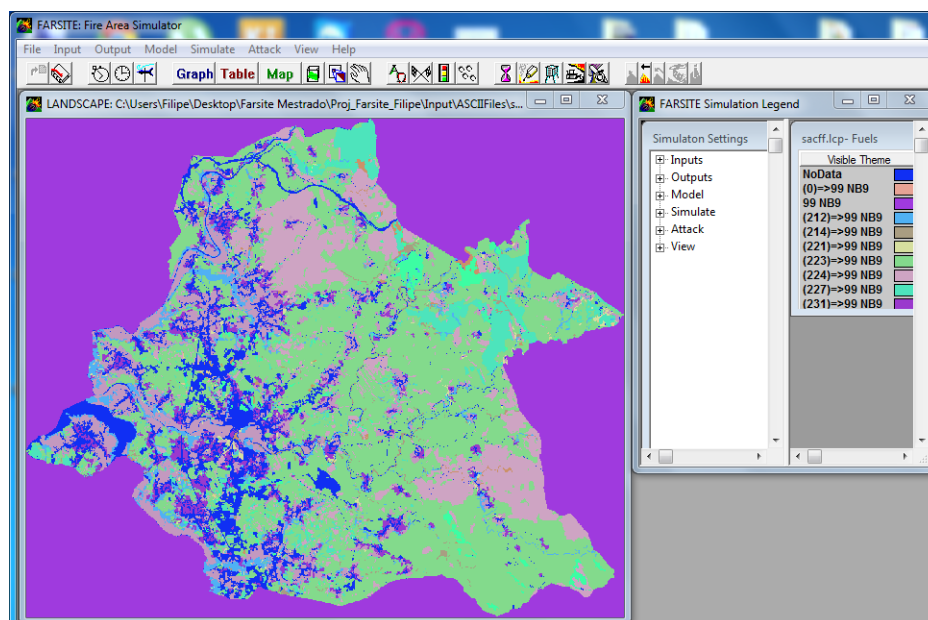


Figura 115 - Farsite - Landscape CACFF.

A partir deste ponto existe a possibilidade de executar simulações da propagação do fogo. Existe a necessidade de configurar algumas questões, os parâmetros, através da funcionalidade Model/Parameters, o output, caso se pretenda exportar o output da simulação, para isso ir à

funcionalidade Output/Export and Output, a duração da simulação em Duration/Simulation duration, e por fim o utilizador tem que inserir o ponto ou linha de ignição na Landscape, para isso usar a funcionalidade Locate Ignitions. Neste momento é possível por em execução o modelo com a funcionalidade Start/Restart. A Figura 116 mostra o resultado de uma simulação apresentado com a cor branca.



Figura 116 - Resultado simulação Farsite.

4.7.1 Considerações sobre os resultados obtidos nas simulações

Não foi possível testar o modelo de simulação da propagação de fogo desenvolvido em contexto real, no entanto foi possível retirar algumas conclusões de simulações executadas. A Figura 117 mostra a visualização duma simulação executada pelo presente modelo na aplicação WebSig. As imagens da Figura 118, Figura 119 e Figura 120 permitem observar factos que permitem atestar a credibilidade do modelo desenvolvido.



Figura 117 - Teste simulação.



Figura 118 - Validação simulação_1.



Figura 119 - Validação simulação_2.



Figura 120 - Validação Simulação_3.

No caso da Figura 118 é perfeitamente observável que a área simulada circula uma aldeia, ficando a área da aldeia por afetar, a Figura 119 também permite observar que a área afetada respeitou uma zona de plantação que foi lavrada, por fim, a Figura 120 demonstra perfeitamente que no caso de outra área lavrada, a simulação consome totalmente a zona arborizada em torno da área lavrada sendo possível observar até tipo um dedo formado, coincidindo com o perímetro da zona arborizada.

O objetivo era testar o modelo em contexto real, simulando uma ocorrência de fogo florestal ocorrida em 2015, adquirindo o seu ponto de ignição e as condições meteorológicas desse dia e proceder à simulação dessa ocorrência. Com o polígono da área ardida real e a simulação executada, é possível validar o modelo. A ideia é observar qual a percentagem da área simulada que se sobrepõem à área real ardida. Esta questão permite atribuir uma percentagem de fiabilidade ao modelo desenvolvido.

No entanto é possível afirmar que a funcionalidade disponibilizada pela aplicação WebSig permite ter uma melhor perceção dos resultados da simulação que o próprio Farsite. Essa

questão é comprovada comparando a Figura 116, com as imagens da Figura 117, Figura 118, Figura 119 e Figura 120.

4.8 Constrangimentos do Sistema

Todos os sistemas ou aplicações de algum modo apresentam constrangimentos diretos ou indiretos, fatores que restringem o seu funcionamento normal. Relativamente ao presente sistema são identificados os seguintes constrangimentos:

- Pontos sombra do concelho a nível de redes móveis;
- Limite de 600 metros de altitude das redes móveis;
- O dispositivo pode não pertencer à rede disponível;
- Usabilidade dos dispositivos móveis;

Perante os constrangimentos impostos pelos pontos identificados, é possível apresentar algumas possíveis soluções para um ou outro ponto. No que se refer à rede móvel, seria possível usar um dispositivo que usasse a rede das três operadoras nacionais, dessa forma, a área de zona sombra do concelho seria substancialmente reduzida. Em termos de usabilidade dos dispositivos, uma possível solução passaria por uma parceria com uma empresa que desenvolvesse um dispositivo robusto capaz de suportar tratos severos.

4.9 Requisitos Implementados

Ao longo e após o desenvolvimento do presente sistema foram realizadas sequências de passos para garantir que as funcionalidades disponibilizadas se encontram implementadas de forma correta e para minimizar a existência de falhas.

No decorrer deste processo foram testados os requisitos funcionais e não funcionais identificados, todos os problemas encontrados foram corrigidos.

Observando a Tabela 7 é possível reparar que quatro requisitos não foram implementados e que dois só foram implementados parcialmente, os restantes foram implementados e validados totalmente.

O requisito quatro foi implementado parcialmente, a aplicação não disponibiliza os temas modelo de combustível, modelo digital de terreno e a carta de risco de incêndio conforme o requisito assim o exigia. Os restantes temas descritos no requisito foram disponibilizados. Foi feita a validação confirmando que os temas são disponibilizados corretamente.

O requisito oito foi implementado, inserindo corretamente a coordenada da ocorrência na base de dados caso ela não exista, no entanto não foi implementada a opção de o utilizador confirmar a inserção da localização antes da aplicação fazer a inserção, ou seja é uma funcionalidade executada autonomamente pela aplicação. Por esta razão foi determinado que o requisito foi implementado parcialmente. No entanto foi validado e a funcionalidade funciona corretamente.

Os requisitos dezassete, dezoito, dezanove e vinte e sete não foram implementados. No caso do dezassete e dezoito foi feita a obtenção e manipulação de forma manual criando assim os dados de input necessários para o modelo de propagação de fogo permitindo fazer a sua validação e verificar que funcionam de forma correta.

De seguida apresenta-se a Tabela 7 com os requisitos funcionais implementados totalmente, parcialmente e não implementados, bem como a indicação se o requisito foi validado ou não.

Tabela 7 - Validação de Testes às Funcionalidades do Sistema.

Refª	Implementado	Validação
Req. 1	Totalmente	Validado
Req. 2	Totalmente	Validado
Req. 3	Totalmente	Validado
Req. 4	Parcialmente	Validado
Req. 5	Totalmente	Validado
Req. 6	Totalmente	Validado
Req. 7	Totalmente	Validado
Req. 8	Parcialmente	Validado
Req. 9	Totalmente	Validado
Req. 10	Totalmente	Validado
Req. 11	Totalmente	Validado
Req. 12	Totalmente	Validado
Req. 13	Totalmente	Validado
Req. 14	Totalmente	Validado
Req. 15	Totalmente	Validado
Req. 16	Totalmente	Validado
Req. 17	Não Implementado	Não Aplicável
Req. 18	Não Implementado	Não Aplicável
Req. 19	Não Implementado	Não Validado
Req. 20	Totalmente	Validado
Req. 21	Totalmente	Validado
Req. 22	Totalmente	Validado
Req. 23	Totalmente	Validado
Req. 24	Totalmente	Validado
Req. 25	Totalmente	Validado
Req. 26	Totalmente	Validado
Req. 27	Não Implementado	Não Validado
Req. 28	Totalmente	Validado
Req. 29	Totalmente	Validado
Req. 30	Totalmente	Validado

5 Conclusões

Atualmente o combate aos fogos florestais é feito sem recurso às novas tecnologias e sem prontidão de informação geográfica necessária. Por vezes e por força maior, os elementos do PCO são obrigados a recorrer à internet, caso tenham acesso, para tentar obter um mapa da zona atingida, ou é solicitado aos gabinetes técnicos da Câmara do concelho afetado, para que se possível, reúnam a informação solicitada, fazendo o favor de se deslocarem ao PCO para entregar essa informação em suporte de papel. Estes métodos claramente não são expeditos.

A nível de TO também se verifica um défice de avanço tecnológico para apoio às equipas de supressão no que toca ao acesso a informação necessária (Pontos de abastecimento, Caminhos Florestais,...).

Um problema que se coloca em qualquer situação de fogo florestal é, onde ir abastecer a viatura após a sua autonomia de combate ter acabado. Nestas situações recorre-se ao novo sistema rádio (SIRESP) para pedir informação sobre a localização dos pontos de abastecimento nas imediações da ocorrência. De salientar que é uma comunicação via rádio e se esta não for clara, breve e objetiva pode ser comprometida a operacionalidade dos meios. É difícil indicar via rádio onde uma viatura pode ir abastecer uma vez que os elementos do PCO não sabem qual é a localização precisa da viatura e mais difícil ainda é passar a informação da localização dos pontos de abastecimento distantes da localização da viatura.

Tendo em conta as lacunas identificadas, conclui-se que o sistema atual utilizado necessita de ser reformulado a nível de PCO e de TO, disponibilizando informação útil e funcionalidades de apoio para proporcionar às entidades envolvidas nas manobras de supressão uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Para colmatar as falhas identificadas foi proposto um sistema de apoio ao combate aos fogos florestais com o objetivo de disponibilizar apoio direcionado para as necessidades da CT e PCO e também para apoio às equipas no TO, tanto terrestres como aéreas. Foi desenvolvido o presente sistema que visa no decorrer das manobras de supressão apoiar toda a gestão na CT ou PCO a nível de informação e funcionalidades disponibilizadas e a nível de TO disponibilizar também informação e funcionalidades úteis. O sistema disponibiliza:

- Uma base de dados geográfica de suporte ao sistema;
- Uma aplicação WebSig para gerir utilizadores e ocorrências;
- Uma aplicação móvel para apoio aos meios terrestres no TO;
- Uma aplicação móvel para apoio aos meios aéreos no TO;
- Modelo de simulação da propagação de fogo florestal.

O sistema implementado com recurso a ferramentas open source, serviços baseados na localização, recorrendo a tecnologias Web e móveis em contraste com o sistema atualmente utilizado. Este sistema contribuirá para um melhor desempenho em geral nas manobras de supressão, para a diminuição dos riscos corridos pelas equipas, bem como para a redução dos danos e impacto causado pelos incêndios florestais. Pretende-se que venha a ser uma inovação tecnológica na área da Proteção Civil.

São de seguida apresentados pontos a melhorar em todo o sistema, e trabalho a desenvolver futuramente para que o sistema seja mais funcional, robusto, e que mais tarde

Conclusões

possa oferecer novas e melhores funcionalidades para melhor servir o propósito para o qual foi projetado.

- Primeiramente terá que se efetuar uma validação a todo o sistema em contexto real, que permitirá aferir da qualidade e eficiência do mesmo;
- Adaptar a aplicação WebSig para funcionar nos *browsers* mais comuns e também, para funcionar com diferentes tamanhos de ecrã;
- Adaptar as aplicações móveis para funcionarem em vários tamanhos de ecrã e em diferentes sistemas operativos;
- Melhorar o ambiente gráfico tanto da aplicação WebSig como das aplicações móveis;
- Disponibilizar um perfil para a Câmara municipal, para que esta tenha acesso às ocorrências em tempo real e o seu ponto de situação. Também para que consiga gerir os dados geográficos existentes na base de dados do sistema.
- Guardar o histórico da localização e hora das viaturas envolvidas em ocorrências;
- Implementar a funcionalidade na aplicação móvel terrestre, que permita o chefe de viatura introduzir dados sobre o nível de combustível e se a equipa já fez logística ou não;
- Implementar a base de dados atual com relações espaciais;
- Implementar os requisitos não implementados e concluir os implementados parcialmente com prioridade para a disponibilização dos temas em formato raster;

Um sistema destas dimensões e utilidade nunca se considera concluído. Com a permanente evolução das novas tecnologias e a crescente investigação do tema, este sistema pode crescer sempre que se considere uma mais-valia a implementação de novas funcionalidades.

Uma melhoria que merece destaque em particular é a disponibilização de funcionalidades para apoio pós incêndios, a possibilidade de proporcionar análises estatísticas às entidades competentes mostrando questões como: onde estiveram localizadas as viaturas durante o incêndio; os percursos que as viaturas fizeram. São dados que podem ajudar a perceber se o incêndio cedeu aos meios ou perceber se a atuação dos bombeiros foi a mais indicada e em caso de acidente, proporcionar dados para que se consiga apurar o que correu mal.

Foram apresentados pontos que se considera uma mais-valia para o sistema, melhorando aspetos já implementados, bem como novas funcionalidades não contempladas nos requisitos do sistema, mas que foram propostas durante a sua execução e foram consideradas importantes.

Referências Bibliográficas

- Abreu, A. M. F. de. (2009). *Detecção de Incêndios Noturnos Através de Processamento Digital de Imagem*. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Retrieved from http://run.unl.pt/bitstream/10362/3664/1/Abreu_2009.pdf
- Albini, F. A. (1976). *Estimating wildfire behavior and effects* (No. INT-30).
- André, J. C. S., & Viegas, D. X. (2001). *Modelos de Propagação de Fogos Florestais : Estado-da-Arte para Utilizadores Parte I : Introdução e Modelos Locais*. Universidade Coimbra. Departamento de Engenharia Mecânica. Retrieved from https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCkQFjAB&url=http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/slu/v9n2/9n2a11.pdf&ei=T5laVlj2GlmcgwTaiYGoDQ&usg=AFQjCNEFPgAp2ZmGVP95BmuBexUidhy_Pg&sig2=YvthCtZ45AbxjOM0jVV
- Andrews, P. L. (1986). *BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system-BURN subsystem, Part 1* (Gen. Tech.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Aranha, J., Calvão, A., Lopes, D., & Viana, H. (2012). QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA CONSUMIDA NOS ÚLTIMOS 20 ANOS DE FOGOS FLORESTAIS NO NORTE PORTUGAL. *Info* 26. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.19/1192>
- Calvão, A. R., Carvalho, F., & Marques, F. (2015). Sistema de Apoio à Decisão no Combate aos Fogos Florestais no Concelho de Águeda. In *CISTI'2015 - 10ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação* (pp. 1–5). doi:10.1109/CISTI.2015.7170459
- Carvalho, L. C. O. (2006). *Sistemas de Recepção de imagens de Satélite: Implementação e aplicações*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/4990/1/206570.pdf>
- EFFIS. (2015). EFFIS - European Forest Fire Information System. Retrieved from <http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/>
- Esri_Portugal. (2015). Plataforma Integrada de Gestão de Riscos (PGIR). Retrieved October 23, 2015, from <http://www.esriportugal.pt/Inovacao>
- Finney, M. A. (2004). *FARSITE: Fire area simulator: model development and evaluation*. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station Ogden, UT.
- Floresta, C. M. de D. da. (2015a). *PLANO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS DIAGNÓSTICO (INFORMAÇÃO DE BASE) – CADERNO I*. Águeda. Retrieved from https://www.cm-agueada.pt/uploads/writer_file/document/2528/Caderno_I_Diagnostico.pdf
- Floresta, C. M. de D. da. (2015b). *PLANO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS PLANO DE AÇÃO – CADERNO II*. Águeda. Retrieved from <https://www.cm->

Referências Bibliográficas

- agueda.pt/uploads/writer_file/document/2529/Caderno_II_Plano_Acao.pdf
- ICNF. (2013). *Relatório Anual DE Áreas Ardidas e Incêndios Florestais em Portugal Continental*. Retrieved from <http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2013/rel-anual-13.pdf>
- Lopes, A. M. G., Cruz, M. G., & Viegas, D. X. (1998). *FIRESTATION - An integrated system for the simulation of wind flow and fire spread over complex Terrain. II International Conference on Fire and Forest Meteorology* (Vol. 1). Luso - Coimbra.
- Louro, A. J. M. (2013). Sistema de Apoio à Decisão para Incêndios Florestais - MACFIRE. Retrieved October 18, 2014, from <http://www.esriportugal.pt/mercados/casos-de-estudo/administra-o-local/cm-macao/>
- Martins, J. F. A. (2010). *Análise e Caracterização de Incêndios Florestais no Concelho de Albergaria-a-Velha*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/676>
- Nelson Jr, R. M. (2000). Prediction of diurnal change in 10-h fuel stick moisture content. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(7), 1071–1087.
- Oliveira, M. da G. de A. (2005). *Propagação do Fogo e Dinâmicas Florestais*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Público, C. S. S. (2015). Doze anos de incêndios. Retrieved from <http://publico.pt/floresta-em-perigo/doze-anos-de-incendios>
- Ribeiro, L. M. (2011). Sistemas de Apoio à decisão. In *Incêndios Florestais* (1ª Edição.). Lisboa.
- Rothermel, R. C. (1972). *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels* (No. INT - 115). Research Paper.
- Rothermel, R. C. (1991). *Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains* (No. INT-438).
- SIRESP, S. A. (2015). Siresp Portugal. Retrieved October 23, 2015, from <http://www.siresp.com/>
- Station, R. R. M. (2015). Fire, Fuel, and Smoke Science Program. Retrieved October 5, 2015, from <http://www.firelab.org/project/farsite>
- Stratton, R. D. (2006). *Guidance on spatial wildland fire analysis: models, tools, and techniques* (No. RMRS-GTR-183). United States Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Sustainability, I. for E. and. (2015). European Forest Fire Information System. Retrieved from <http://effis-viewer.jrc.ec.europa.eu/wmi/viewer.html>
- Teixeira, A. I. dos S. (2010). *Estudo do comportamento de fogos florestais com base no modelo FARSITE*. Universidade de Aveiro.
- Viegas, D. X. (2006). Modelação do Comportamento do Fogo. In *Incêndios Florestais em*

- Portugal* (1ª Edição.). Lisboa.
- Viegas, D. X. (2011). Introdução. In *Incêndios Florestais* (1ª Edição.). Lisboa.
- Viegas, D. X. (2012). Forest fire behaviour and fireline. *The Management of Burns and Fire Disasters: Perspectives 2000*, 489.
- Viegas, D. X., Ribeiro, L. M., Almeida, M. A., Oliveira, R., Viegas, M. T. P., Raposo, J. R., ... Lopes, S. (2013). *OS GRANDES INCÊNDIOS FLORESTAIS E OS ACIDENTES MORTAIS OCORRIDOS EM 2013 PARTE 1*. Coimbra. Retrieved from http://www.portugal.gov.pt/media/1281135/Relatório_IF2013_parte1.pdf
- Viegas, D. X., Simeoni, A., Xanthopoulos, G., Rossa, C., Ribeiro, L. M., Pita, L. P., ... others. (2009). Recent forest fire related accidents in Europe. *European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg*.
- Wagner, C. E. Van. (1977). Conditions for the start and spread of crown fire. *Canadian Journal of Forest Research*, 7(1), 23–34.